WIADOMOŚCI
TECHNICZNE UZBROJENIA

ROK SZÓSTY. ZESZYT Nr. 23.

WARSZAWA — STYCZEŃ 1933 R.

WIADOMOŚCI TECHNICZNE UZBROJENIA

Dodatek kwartalny do Nr. 1. tomu XVII
„Przeglądu Artyleryjskiego"

ROK SZÓSTY. ZESZYT Nr. 23.

WARSZAWA — STYCZEŃ 1934 R.

Autorzy artykułów, zamieszczonych w „Wiadomościach Technicznych Uzbrojenia", są odpowiedzialni za poglądy w nich wyrażone.

TREŚĆ ZESZYTU:

Uwaga: Poprzednie zeszyty W. T. U. należy zanumerować jak następuje: lipiec 1933 r. — nr. 21; październik 1933 r. — nr. 22.

662. 2 (09)

Dr. inż. URBAŃSKI TADEUSZ.

Z DZIEJÓW WYNALEZIENIA NITROCELULOZY (1833—1933).

Sto lat minęło od chwili, gdy chemik francuski *Braconnot* z Nancy ogłosił w Annales de chimie et physique (tom 52, str. 290, 1833 r.) pracę p. t.: „De la transformation de plusieurs substances végétales en un principe nouveau".[1]) W pracy tej autor opisuje działanie kwasu azotowego na różne substancje pochodzenia roślinnego.[2]) Działając kwasem azotowym na skrobię kartoflaną, opiłki drzewne, bawełnę, len i t. p. *Braconnot* otrzymuje substancje, które uważa za identyczne i określa ogólnem mianem ksyloidyny. Ksyloidyna zewnętrznie nie różni się od produktów wyjściowych, jednak posiada według autora nieco odmienne niż one własności. Wspomina on, między innemi, o łatwej palności ksyloidyny, nie zastanawiając się jednak szczegółowiej nad tą cechą.

---

[1]) „O przemianie wielu substancyj roślinnych, opartej na nowej podstawie".

[2]) Jest to prawdopodobnie dalszy ciąg badań ogłoszonych przez tego autora jeszcze w 1808 r., w których między innemi doświadczeniami opisuje działanie kwasu azotowego na żywicę aloesową.

Jakkolwiek pojęcie ksyloidyny obejmuje, jak widać z tego, nietylko nitrocelulozę, lecz i inne azotany, jak np. nitroskrobię i ewent. nitrocukry, — to jednak głównie o azotanie celulozy traktuje praca *Braconnota*. I chociaż badania tego autora nie rzucają światła na budowę otrzymywanych substancyj, ani nie dają wskazówek, co do możliwości stosowania ich w praktyce — możemy uważać, że rok 1833 otworzył nową kartę w dziejach chemji materjałów wybuchowych.

Spostrzeżenia *Braconnota* potwierdza w swych badaniach słynny chemik niemiecki *Liebig* (Annalen der Chemie, tom 7, str. 249—1833 r.), a w parę lat potem, dnia 15 października 1838 r., *J. Pelouze* na posiedzeniu francuskiej Akademji Nauk referuje pracę: „Note sur les produits de l'action de l'acide nitrique concentré sur l'amidon et de ligneux"[3]), w której powtarza przedewszystkiem prace *Braconnota* o działaniu kwasu azotowego na skrobię i masę drzewną. Pozatem pogrążając *papier* w kwasie azotowym o c. wł. 1,50 i zostawiając w nim pewien czas (2—3 min.), po przemyciu silnym strumieniem wody — otrzymuje rodzaj pergaminu niehigroskopijnego, bardzo palnego. Podobny we własnościach produkt otrzymuje nitrując b a w e ł n ę.

Wkrótce też zostają ogłoszone oryginalne badania profesora *Schönbeina* z Bazylei. W 1845 r. autor rozpoczął swe znane doświadczenia nad własnościami ozonu i „aktywnego tlenu". Przypuszczał on, że przez zmieszanie kwasu azotowego i siarkowego wydziela się dwutlenek wodoru lub też powstaje substancja, mająca własności silnie utleniające. To ostatnie przypuszczenie sprawdziło się w zupełno-

---

[3]) „O produktach działania kwasu azotowego stężonego na skrobię i masę drzewną".



Ch. F. Schönbein.

ści. Utleniające działanie mieszaniny uwidacznia się w reakcij utlenienia siarki do bezwodnika siarkawego, fosforu—do kwasu fosforowego i t. p. Najciekawsze jednak było działanie mieszaniny kwasu azotowego i siarkowego na substancje organiczne: papier otrzymywał postać pergaminu, cukier gronowy dawał substancję ciągliwą. Szczególną uwagę *Schönbeina* zwrócił na siebie produkt otrzymywany w tych warunkach z bawełny: zewnętrzna postać bawełny nie ulegała zmianie, przy zapaleniu jednak substancja spalała się gwałtownie w sposób przypominający spalanie się prochu czarnego. Ta ostatnia własność poddała autorowi myśl zastosowania otrzymanego produktu do celów wojskowych, zamiast prochu. Oto co podaje protokuł posiedzenia Towarzystwa Przyrodoznawczego w Bazylei z 27 maja 1846 r.:

„Pan Prof. Schönbein o bawełnie strzelniczej. Powołując się na wzmiankę przedstawioną Towarzystwu dn. 11 marca 1846 r., referent pokazuje bawełnę, nazwaną przez niego bawełną strzelniczą, tak zmienioną, że zapala się łatwiej niż proch strzelniczy (czarny), nie pozostawiając żadnej pozostałości. Zarazem były dokonane próby w karabinach. Próby te wykazały, że przy spalaniu bawełny strzelniczej wywiązuje się znacznie więcej siły miotającej, niż przy tym samym ładunku najlepszego prochu strzelniczego (czarnego). Dwadzieścia granów (t. j. ok. 1,3 g.) bawełny strzelniczej powoduje przy strzale ze strzelby pociskiem wagi 1½ łuta przebicie czterech grubych desek z odległości 60 kroków."

Jednocześnie rozpoczyna się spór *Schönbeina* z *Pelouzem* o pierwszeństwo wynalezienia bawełny strzelniczej. *Pelouze* w kilku sprawozdaniach, przedstawionych paryskiej Akademji Nauk w 1846 r., stara się udowodnić, że produkt otrzymany przez niego w 1838 r. był identyczny z bawełną strzelniczą *Schönbeina*. Rzeczywiście, nie ulega

wątpliwości, że ksyloidyna *Braconnota*, którą otrzymywał *Pelouze*, jest nazwą ogólną różnych azotanów (np. azotanów skrobi, cukru) a zarazem i celulozy; tem samem do *Braconnota* i *Pelouze*'a należy pierwszeństwo otrzymania nitrocelulozy.

Jeżeli jednak chodzi o praktyczne zastosowanie bawełny strzelniczej, to rzeczywiście pierwszeństwo należy do *Schönbeina*, co stwierdza sam *Pelouze* na posiedzeniu Akademji 26 października 1846 r. temi słowy: „Przewidywałem, że tak godna uwagi własność (t. j. własności wybuchowe) nie może zostać przez dłuższy czas bez praktycznego zastosowania, jednak muszę się przyznać, że ani chwili nie myślałem o zastosowaniu bawełny strzelniczej w broni palnej, zamiast prochu. Całkowita zasługa pod tym względem przypada w udziale właśnie p. *Schönbeinowi*".[4])

W tym samym czasie *Pelouze* dochodzi do wniosku, że produkty nitracji skrobi a celulozy nie są identyczne. Ustala też ostatecznie terminy, które dotychczas były użyte bez ściślejszej definicji: ksyloidyną nazywa nitroskrobię, piroksyliną — nitrocelulozę. Stwierdza też, że różnica między obu substancjami uwidacznia się w rozpuszczalności pierwszej z nich w kwasie azotowym.

Zarazem *Pelouze* przytacza w szeregu referatów [5]) doświadczenia nad użyciem bawełny strzelniczej zamiast prochu, powołując się zarazem na zdanie niejakiego p. *Prélata*, „habile armurier de Paris", — jak go nazywa, — że bawełna strzelnicza może zastąpić zwykły proch czarny, przyczem jest od niego czterokrotnie silniejsza.

Prace *Braconnota* i *Pelouze*'a były w tym czasie już powszechnie znane i wielokrotnie przez różnych chemi-

---

[4]) Compt. rend. *23*, 892 (1846).

[5]) Compt. rend. *23*, 809; 837; 861 (1846).

ków powtarzane, to też nic dziwnego, że szeregi tych, którzy przyrządzali bawełnę strzelniczą, nie znając pracy *Schönbeina*, były dosyć liczne. Tak więc w początku sierpnia 1846 r. prof. *Böttger* z Frankfurtu nad Menem zawiadomił listownie *Schönbeina* o tem, że identyczny do bawełny strzelniczej produkt był otrzymany przez niego zupełnie niezależnie od prac *Schönbeina*, i nawet zainicjowane było zorganizowanie stowarzyszenia, mającego na celu dalsze opracowanie sposobu otrzymywania tego produktu oraz jego zastosowania.

Trzecim wynalazcą był prof. *Otto* w Brunświku, który o wynikach swych doświadczeń opartych na spostrzeżeniach *Pelouze*'a pisze w „Hannoversche Zeitung" 5 października 1846 r. Oto jak obserwacje swoje opisuje *Otto*: „Zupełnie niezależnie od *Schönbeina* i *Bottgera*, opierając się na obserwacji *Pelouze'a*,... udało mi się przyrządzenie wybuchowej bawełny, która na podstawie trzech wykonanych doświadczeń zdaje się w zupełności nadawać do zastąpienia prochu strzelniczego". Dalej autor podaje sposób przyrządzania bawełny strzelniczej:

Przez zanurzenie oczyszczonej bawełny do stężonego kwasu azotowego na pół minuty i następne dokładne wymycie wodą i wysuszenie, — otrzymuje się preparat niezwykle łatwopalny, wybuchający od uderzenia. Obserwacje swe ogłasza *Otto* w prasie codziennej, chcąc, jak mówi, udostępnić każdemu otrzymanie i zbadanie nowego produktu, któremu rokuje wielką przyszłość.

W szeregu dalszych artykułów, w krótkim czasie ogłoszonych drukiem w „Hannoversche Zeitung", autor rozwija swoją tezę; znajduje też wkrótce naśladowców w osobie szeregu chemików, przyrządzających bawełnę strzelniczą i badających jej własności.

Szczególnie godne uwagi są tu badania Dra *Hartiga*, współpracownika prof. *Otto*. *Hartig* wydaje drukiem w 1847 r. pracę p. t. „Untersuchungen über den Bestand und die Wirkungen der explosiven Baumwolle"[6]), w której, między innemi spostrzeżeniami, opisuje żelatynujące i rozpuszczające działanie octanu etylu na bawełnę strzelniczą, zwracając zarazem uwagę na znaczną gęstość błony koloidalnej, tworzącej się po odparowaniu tego rozpuszczalnika. Obserwując zarazem znaczne obniżenie szybkości spalania się takiej błony w porównaniu do bawełny strzelniczej niezżelatynowanej, wyraża obawę, czy koloidalna błona nie ma własności wybuchowych zbyt słabych, aby można było użyć jej jako prochu.

W tym samym czasie znajdujemy dane, świadczące o tem, że zainteresowanie nitrocelulozą przeniknęło już do władz wojskowych: według *Pioberta* i *Morina* [7]) badania dokonywane przez Depôt Central d'Artillerie nad własnościami balistycznemi bawełny strzelniczej dały jednak wyniki ujemne. Nieco lepsze dane uzyskała Direction des Poudres et Selpêtre.[8]) Dalsze badania prowadziła we Francji specjalna komisja pod przewodnictwem ks. de *Montpensier* z *Piobertem, Pelouzem, Morinem* oraz *Ségnierem* jako członkami. Prace tej komisji trwają przez 1847—48 r.

Niestety większość sprawozdań komisji uległa zniszczeniu w czasie zaburzeń 1848 r. — zachowały się tylko fragmenty całej pracy. Na podstawie tych dokumentów możemy jednak odtworzyć główne wyniki badań. Tak więc znaleziono, że dana szybkość początkowa pocisku może być osiągnięta ładunkiem bawełny strzelniczej trzykrotnie

---

6) „Badania nad istotą i działaniem bawełny wybuchowej".

7) Compt. rend. *23*, 11 (1846).

8) Compt. rend. *23*, 874 (1846). Referat ppłk. *Avérosa*.

mniejszym, niż ładunek prochu czarnego. Zauważono zarazem, że wskutek wielkiej szybkości palenia się, bawełna strzelnicza daje większe ciśnienie gazów niż proch czarny.

Doświadczenia przeprowadzone w Prusach podaje Militär-Wochenblatt, Nr. 48 z 1846 r.[9]) Zgodnie z temi doświadczeniami bawełna strzelnicza nadaje się do luf krótkich. Oto kilka liczb z tych danych:

W karabinie długim:

Ładunek 100 granów[10]) prochu czarnego daje szybkość początkową 1133,7 stóp/sek.

Ładunek 30 granów bawełny strzelniczej daje szybkość początkową 1027,5 stóp/sek.

W pistolecie:

Ładunek 120 gran. prochu czarnego daje szybkość początkową 777,6 stóp/sek.

Ładunek 30 gran. bawełny strzelniczej daje szybkość początkową 890,3 stóp/sek.

Szereg autorów próbuje zastosować nitrocelulozę nie tylko do miotania pocisków. Tak więc w tymże czasie rozpoczęto doświadczenia nad zastosowaniem bawełny strzelniczej jako materjału kruszącego do rozsadzania skał. Początkowo próbowano stosować samą bawełnę strzelniczą.[11]) Badania *Pelouze*'a[12]) dokonane w tym czasie wykazały jednak, że substancja ta nie zawiera dostatecznej ilości tlenu do całkowitego spalenia.[13]) *Combes* zdając sobie sprawę z tego, że podobny materjał wybuchowy nie może być stoso-

---

[9]) Również Dinglers Polytechn. Journ. *103*, 53 (1846).

[10]) t. j. ok. 6,5 g.

[11]) *Combes* i *Ch. Flandin*. Compt. rend. *23*, 940 (1846).

[12]) Posiedzenie Akademji 2/I-1847 r.

[13]) Oto jaki jest według *Pelouze'a* skład gazów tworzących się przy wybuchu bawełny strzelniczej: 46% CO, 1% CO_2, 10% N_2 i 34% H_2O.

wany w kopalni ze względu na tworzący się tlenek węgla, miesza bawełnę strzelniczą z nośnikami tlenu: chloranem potasu, saletrą potasową lub sodową[14]), otrzymując tą drogą materjały wybuchowe górnicze, nadające się do użytku pod ziemią. Dalej próbowano napełniania bawełną strzelniczą kapiszonów[15]); próbowano użycia nowej substancji do poruszania motorów (z wynikiem ujemnym)[16]). Wreszcie przeprowadzone były doświadczenia nad własnościami odżywczemi bawełny strzelniczej, jako substancji zawierającej azot — również z wynikiem ujemnym.[17])

Szwajcarski lekarz *Jung* wpada znów na pomysł zastosowania błonki, tworzącej się przy odparowaniu eteru z roztworu bawełny strzelniczej — jako środka zabezpieczającego uszkodzoną część ciała od zetknięcia z powietrzem. Roztwór *Junga* znany początkowo jako „Liquor aethereus adstringens", potem z greckiego „Collodium" (κόλλα — klej) znalazł niebawem szerokie zastosowanie. Wkrótce (1850 r.) zostało ono rozszerzone przez *Le Graya*, który roztwór kolodjonowy zastosował zamiast roztworu żelatyny do powlekania klisz fotograficznych. Inny znów Francuz, *Meynier* stosuje roztwór bawełny strzelniczej do powlekania płótna i tworzy w ten sposób płótno izolujące, używane w medycynie.[18])

Zarazem jednak słabnie jakgdyby zainteresowanie bawełną strzelniczą, jako materjałem wybuchowym. Jeszcze przez pewien czas, w 1849 r., zwraca na siebie uwagę gorący spór między *Pelouzem*, a przeciwnikami bawełny

---

14) *Combes.* Compt. rend. 26, 61 (1848).
15) *Pelouze.* Compt. rend. 23, 902 (1846).
16) *Lesseré* i *Vallod.* Compt. rend. 23, 932, 974 (1846).
Roitte. Compt. rend. 23, 1090 (1846).
17) *Bernard* i *Baurreswil.* Compt. rend. 23, 944 (1846).
18) Compt. rend. 26, 44 (1848).

strzelniczej — *Morinem* i *Piobertem*.[19]) Następne lata nie przynoszą już wiele nowych obserwacyj, poza ciekawszemi przyczynkami *Béchampa* nad chemizmem nitrocelulozy.[20])— o zastosowaniu nitrocelulozy do celów wojskowych narazie brak wszelkich danych.

Przyczyny tego milczenia należy szukać przedewszystkiem w niepowodzeniu, jakie napotkały pierwsze próby wyrobu bawełny strzelniczej na skalę fabryczną. Tak więc, w roku 1847 wylatuje w powietrze pierwsza na świecie fabryka nitrocelulozy w Faversham (Anglja), należąca do *Halla*, założona na terenie starej i do dziś dnia czynnej fabryki prochu. Wybuch zapoczątkowany był samozapaleniem się bawełny strzelniczej w czasie jej suszenia i spowodował śmierć 20 robotników. W 1847 r., dnia 25 marca następuje wybuch bawełny strzelniczej we francuskiej fabryce prochu w Le Bouchet. Badanie przyczyn wybuchu wyjaśniło, że spowodowany on był rozkładem nitrocelulozy w czasie jej suszenia w temperaturze, która jednak nie przekraczała 50^0. Przy wybuchu zginęło czterech robotników.

Dnia 2 sierpnia tegoż roku wylatuje w powietrze magazyn bawełny strzelniczej w Vincennes pod Paryżem, a w niespełna rok potem, dn. 17 lipca 1848 r. w czasie ładowania suchej bawełny strzelniczej do magazynu w Le Bouchet następuje wybuch całego magazynu mieszczącego 1600 kg materjału. Czterej robotnicy, zajęci ładowaniem, giną na miejscu.

Wypadki te zwróciły uwagę świata chemicznego na niedostateczną znajomość własności nowej substancji i nie-

---

19) Compt. rend. *28*, 105, 110, 144 (1849).

20) *A. Béchamp*. Compt. rend. *35*, 473 (1852); *37*, 134 (1853); *41*, 817 (1855).

doskonałość metod jej fabrykacji. Stopniowo też do świadomości chemików zaczęła przenikać znajomość nowej nieznanej dotychczas własności substancji wybuchowej — jej zdolności do samoczynnego rozkładu w temperaturze pokojowej.

To też w większości krajów zapoczątkowane są systematyczne badania nad polepszeniem stałości chemicznej bawełny strzelniczej, czyli nad jej stabilizacją.

Najdawniejsze badania w tym kierunku były dokonane w Austrji. Doświadczenia te prowadził kapitan (późniejszy Feldmarschall-Leutenant) *Lenk von Wolfsburg*. Metoda stabilizacji opracowana przez *Lenka* była przez dłuższy czas trzymana w tajemnicy. Jak dalece nitroceluloza *Lenka* była lepsza od innych próbek o tem świadczy fakt, że fabrykacja bawełny strzelniczej rozpoczęta w Austrji w 1853 r. w Hirtenbergu w pobliżu Wiener Neustadt była prowadzona bez wypadku przez kilka lat. Próbki austrjackiej bawełny strzelniczej były badane we wszystkich krajach i stanowiły przedmiot ogólnego zainteresowania. Do Francji próbki były przywiezione przez *Lenka* na skutek osobistej prośby cesarza *Napoleona III*.

W czerwcu 1862 r. zdarzył się jednak wypadek, który zwrócił na siebie powszechną uwagę: oto nastąpił wybuch w magazynie mieszczącym bawełnę strzelniczą w Semmeringer Haide pod Wiedniem. Przyczyną wybuchu było samozapalenie się substancji wskutek samoczynnego rozkładu. Przyczyna tego wypadku w owych czasach nie była jeszcze dostatecznie zrozumiała. Szereg doświadczeń nad rozkładem bawełny strzelniczej w różnych temperaturach wyjaśnia jednak, że bawełna strzelnicza może ulec rozkładowi nawet w temperaturze pokojowej. Zarazem wyjaśniono, że nitroceluloza *Lenka* niewiele pod względem stałości



Lenk von Wolfsburg.

przewyższa nitrocelulozę francuską z Le Bouchet.[21]) Do tego samego wniosku dochodzą widocznie i władze austrjackie, gdyż przestają utrzymywać w tajemnicy sposób przyrządzenia bawełny strzelniczej, proponując nawet obcym krajom (Francji[22]) odstąpienie metody.

Sposób *Lenka* zawierał, według źródeł francuskich, następujące operacje. Bawełnę pogrążano do kwasu, składającego się z mieszaniny 1 cz. wagowej kwasu azotowego (c. wł. 1,48—1,49) na 3 części kwasu siarkowego (c. wł. 1,835). Na jedną operację brano 100 g bawełny i 30 kg kwasu. Po upływie kilku minut bawełnę wyjmowano i pozostawiano dla „dojrzewania" na przeciąg czasu 48 godzin. Dojrzewanie przeprowadzano w specjalnym zbiorniku, mieszczącym większe ilości bawełny strzelniczej.

Po zakończonem w ten sposób nitrowaniu przystępowano do stabilizacji, która zawierała następujące operacje:

1) Wymywanie bieżącą wodą przez 6 tygodni,

2) Kilkuminutowe gotowanie w rozcieńczonym (mocy 2—3° Bé) roztworze węglanu potasu,

3) Wymywanie wodą i suszenie.

W późniejszym okresie czasu próbowano ulepszenie stałości bawełny strzelniczej przez nasycanie jej roztworem szkła wodnego, poczem, po odwirowaniu tak impregnowaną bawełnę strzelniczą wystawiano na powietrze.

Celem tej operacji było wprowadzenie do bawełny strzelniczej krzemionki, która miała „zamknąć pory włókien i opóźnić wydzielenie gazów". Prawdopodobnie chodziło zarazem o poddanie bawełny strzelniczej działaniu węglanu sodu i n s t a t u n a s c e n d i. Krzemionka i wę-

---

21) *Pelouze* i *Maurey*. Compt. rend. *59*, 363 (1864).

22) *Morin*. Compt. rend. *59*, 374 (1864).

glan sodu powstawały pod wpływem działania dwutlenku węgla na szkło wodne w myśl reakcji:

$$Na_2SiO_3 + 2\,CO_2 = Na_2CO_3 + 2\,SiO_2$$

Po pewnym czasie bawełnę strzelniczą wymywano wodą, odwirowywano i suszono.

Wkrótce jednak wyjaśniło się, że operacja nasycenia szkłem wodnym nie polepsza zbytnio stałości nitrocelulozy i czynności tej zaniechano.

Godne zanotowania jest, że *Lenk* zwracał baczną uwagę na staranne oczyszczenie bawełny, ponieważ produkt handlowy zawiera dużo zanieczyszczeń (przedewszystkiem tłuszczów). Dlatego przed nitracją *Lenk* wygotowuje bawełnę w roztworze węglanu potasu (mocy 3° Bé), poczem wymywa czystą wodą i suszy.

W fabryce francuskiej w Le Bouchet stosowano następujący sposób przyrządzania bawełny strzelniczej: 200 g bawełny pogrążano w 2 litrach mieszanki kwasowej zawierającej 1—3 cz. objętości kwasu azotowego na 2—7 cz. objęt. kwasu siarkowego. Po upływie 1 godziny znitrowany produkt wyjmowano, odciskano od nadmiaru kwasu, wymywano przez 1—1½ godziny w rzece, a następnie przez 24 godz. — w roztworze węglanu potasu, poczem znów przepłókiwano w rzece, odciskano od wody i suszono strumieniem zimnego powietrza.

Opis obydwóch sposobów stabilizacji nitrocelulozy daje przy obecnym stanie naszej wiedzy pojęcie o tem, jak niedostatecznie była ona oczyszczana. Nic też dziwnego, że ówczesna bawełna strzelnicza ulegała widocznemu rozkła-

dowi z wydzieleniem tlenków azotu przy ogrzewaniu w temperaturze 100° już po kilku minutach.[23])

Dowodem niedostatecznej stałości był wybuch bawełny strzelniczej, pochodzącej z fabryk w Hirtenbergu, który zniszczył cały magazyn w Steinfelder Haide w pobliżu Wiener Neustadt dnia 11 października 1865 r. i zmusił władze austrjackie do radykalnego środka — zupełnego zakazu fabrykacji tego artykułu.

Zagadnienie przyrządzenia chemicznie stałej bawełny strzelniczej zostaje jednak wkrótce rozwiązane w innym kraju — w Anglji, przez chemika brytyjskiego Departamentu Wojny, profesora Królewskiej Akademji Wojskowej, Fryderyka *Abla*. Badania swe *Abel* rozpoczął w arsenale w Woolwich w 1863 r. z polecenia władz wojskowych. Specjalna komisja — Governement Commitee on Guncotton — miała za zadanie wprowadzenie w życie opracowanych przez *Abla* metod.

Wyniki swych badań *Abel* ogłasza w patencie, wydanym w 1865 r., bardziej zaś szczegółowo w Philosophical Transactions of the Royal Society of London w 1866 — 67 r. Wychodząc z założenia, że łatwość rozkładu bawełny strzelniczej, dotychczas wyrabianej, pochodzi od obecności resztek kwasu nitracyjnego we włóknach, oraz ubocznych produktów powstających w czasie nitracji, *Abel* stara się oczyścić bawełnę strzelniczą stosując operacje, które do dziś dnia stanowią podstawową czynność przy stabilizacji nitrocelulozy:

---

[23]) Według *Pelouze'a* i *Maureya*. Compt. rend. 59, 363 (1864). Wprawdzie *Lenk* twierdził, że jego BS jest stała w 136°, jednak oświadczenie to należy przyjąć z rezerwą. Możliwe, że dotyczyło to niskonitrowanego produktu. Normalna BS *Lenka* zawierała 12,4—12,5% azotu.



F. Abel.

1° rozcięcie włókien bawełny strzelniczej na krótsze odcinki zapomocą holendrów stosowanych dotychczes w papiernictwie — w czasie tej operacji następuje otwarcie wnętrza włókien bawełny strzelniczej i umożliwione jest dokładne usunięcie wspomnianych zanieczyszczeń przez następną operację — 2° długotrwałe gotowanie bawełny strzelniczej w wodzie.

Dla doraźnego sprawdzenia stałości bawełny strzelniczej otrzymanej tą drogą, *Abel* wprowadza próbę stałości, t. zw. „próbę cieplną Abla", polegającą na ogrzewaniu badanej substancji w obecności papierka nasyconego jodkiem potasu i skrobią. Ciemne zabarwienie papierka miało wskazywać na wydzielanie się tlenków azotu z bawełny strzelniczej. Mimo swej prymitywności i wielu braków, próba *Abla* przetrwała do dzisiejszego dnia, jako najszybsza próba oznaczania stopnia czystości bawełny strzelniczej oraz innych azotanów organicznych (np. nitrogliceryny).

Bawełna strzelnicza *Abla* wykazywała stałość nadzwyczajną: próbka wystawiona w Woolwich na bezpośrednie działanie światła dziennego przez przeciąg 1½ roku — wydzieliła zaledwie niewielką ilość gazów. Liczne skrzynie wypełnione bawełną strzelniczą były na próbę przechowywane przez 3 miesiące w temperaturze 49°, a następnie drugie 3 miesiące w temperaturze 54—55°. W żadnej skrzyni nie zauważono rozkładu.

Od chwili wynalezienia przez *Abla* metody stabilizacji bawełny strzelniczej rozpoczyna się okres znacznego rozwoju nowej dziedziny przemysłu wojennego. Rozwój ten zaznacza się jednak dopiero od roku 1868, t. j. od chwili gdy asystent *Abla* — *Brown* wyjaśnia, że prasowana bawełna strzelnicza detonuje na powietrzu od świeżo wynalezionej wówczas przez *Alfreda Nobla* spłonki, wypełnionej piorunianem rtęci. (Przed wynalezieniem spłonki sądzono,

że wybuch bawełny strzelniczej jest możliwy tylko w przestrzeni hermetycznie zamkniętej). Spostrzeżenie *Browna* przyczynia się do szybkiego wprowadzenia nitrocelulozy do wyrobu ładunków kruszących — kostek saperskich, do napełniania min i torped.

Tymczasem główne zastosowanie bawełny strzelniczej — do wyrobu prochów — długo jeszcze nie mogło znaleźć pomyślnego rozwiązania. Liczne próby zmierzały do obniżenia kruszącego działania nitrocelulozy: przez nadanie bawełnie strzelniczej większej gęstości prasowaniem, przez dodanie substancyj obojętnych pod względem wybuchowym — flegmatyzujących. Żaden jednak z tych sposobów nie dał dobrych wyników. To też bawełna strzelnicza była używana tylko do niewielkiej ilości prochów myśliwskich (typu *Schultzego)*, t. j. takich prochów, od których wymagane jest szybkie palenie się (duża żywość).

Nic więc dziwnego, że jeszcze w 1886 r. prof. *Hebler* w książce o broni małokalibrowej pisze: „Jest rzeczą pewną, że jeszcze niema obawy wyrugowania w najbliższym czasie prochu czarnego". Pisząc te słowa, wybitny fachowiec niemiecki nie przeczuwał, że w tym samym czasie *Vieille* opracował już sposób przyrządzania koloidalnego prochu— prochu, który miał w krótkim czasie dokonać kompletnego przewrotu w uzbrojeniu wszystkich wojsk świata.

ŹRÓDŁA.

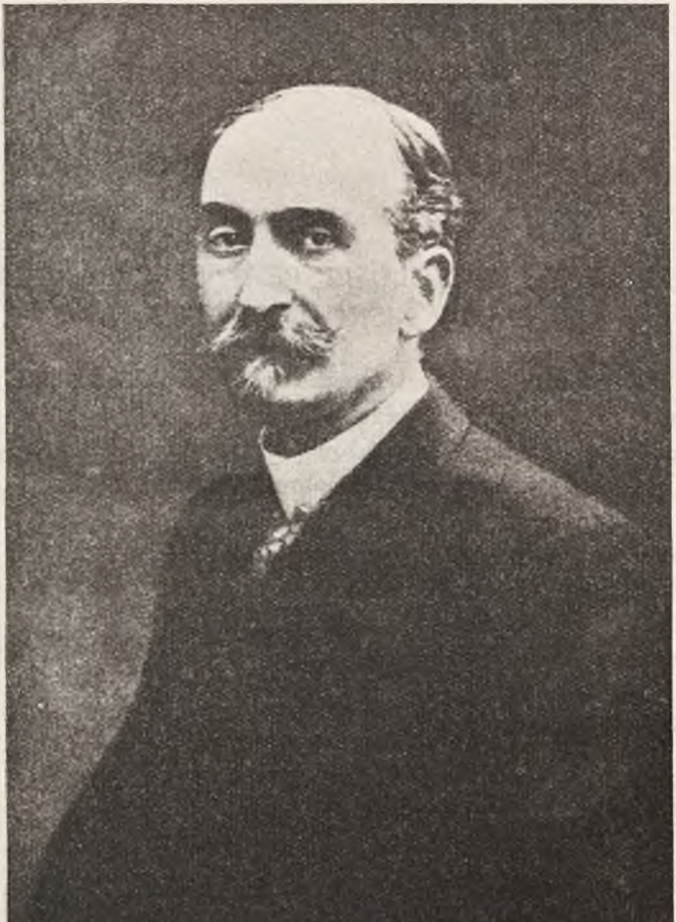
1) Annales de Chimie et Physique. Paris 1808 r., 1833 r.

2) Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Academie des sciences 1846—1865 r.

3) *S. J. v. Romocki.* Geschichte der Explosivstoffe. II tom, Berlin 1896.

4) *Abel.* Researches on Gun-cotten. Philosophical Trans. of the Royal Soc. 1866—67.

5) *J. Daniel.* Dictionnaire des matières explosives. Paris, 1902.



Vieille.

Por. HOFFMAN HENRYK.

OKREŚLENIE ODLEGŁOŚCI PRZY STRZELANIU DO CELÓW NISKO LECĄCYCH.

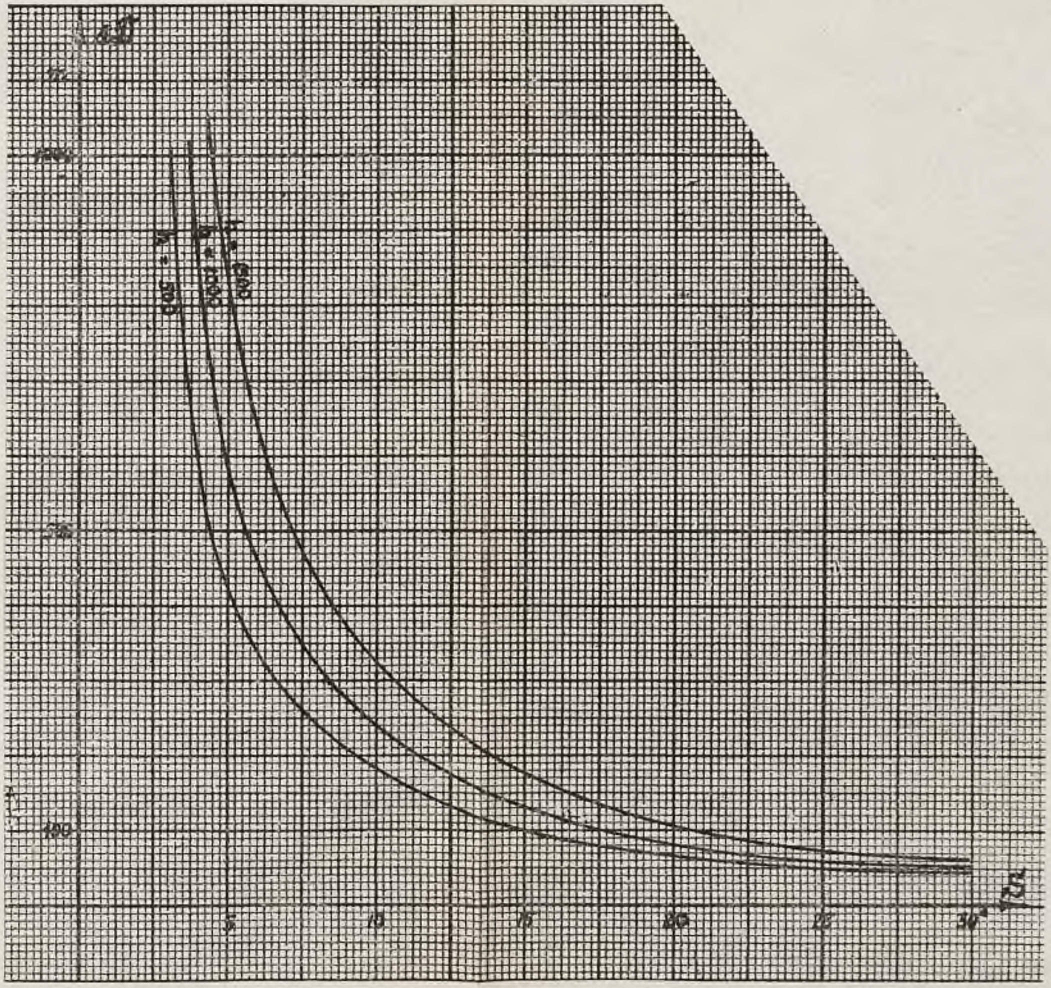
Określanie wartości B, na jaką należy odetkać zapalnik przy strzelaniu przeciwlotniczem, odbywa się zapomocą wyliczników (aparatów centralnych), pracujących na zasadzie wykreślnego działania funkcją między trzema zmiennemi B, h, S, gdzie h oznacza wysokość celu, S jego kąt położenia. Ponieważ algebraiczna forma tej funkcji jest nieznana, przyjmijmy na chwilę $B = kD$, gdzie D jest geometryczną odległością celu, Przyjęte założenie pomoże rozpatrzeć pokrótce możliwości błędu przy określaniu B. Według zasady wyliczników otrzymujemy równanie:

$$D = \frac{h}{\sin S} \tag{1}$$

Błąd w liczeniu odległości D wzorem (1) wyniesie zatem

$$\Delta D = \frac{\sin S \, \Delta h - h \cos S \, \Delta S}{\sin^2 S} \tag{2}$$

Posługując się tym wzorem możemy porachować wartości ΔD górnej granicy błędów odległości. Wykres 1



Wykres 4.

przedstawia przebieg $\Delta D = f(S)$ dla przyjętych $\Delta h = 20$ m. $\Delta S = 10'$. Jak widać z wykresu, gwałtowny wzrost błędów odległości rozpoczyna się w okolicy 10^0 kąta położenia.

Należy przyjąć, że przy kątach położenia mniejszych niż 10^0 odległownice typu B (h, S) dają wyniki z błędami niedopuszczalnemi. Dla średnich odległości strzelania otrzymujemy $h = 5000 \sin 10^0 = 875$ m, wobec czego uważa się zazwyczaj, że artylerja przeciwlotnicza nie strzela do samolotów lecących poniżej 800 m. Ma to być wyłączna dziedzina ognia karabinów maszynowych.

Nie ulega jednak wątpliwości, że pomimo ognia ckm samoloty nisko lecące nie będą rzadkością. Ponadto w okolicy $h = 800$ m wytwarza się warstwa. w której ckm przestają już być skuteczne, a przeciwlotnicza artylerja strzela jeszcze bardzo niecelnie. Zaznacza się to zwłaszcza przy większych odległościach. Gdy $D = 7000$ przy $S = 10^0$, $h = 1220$ m. A zatem na odległości 7000 m ogień armat przeciwlotniczych staje się niedokładny już przy wysokościach 1200 i mniejszych.

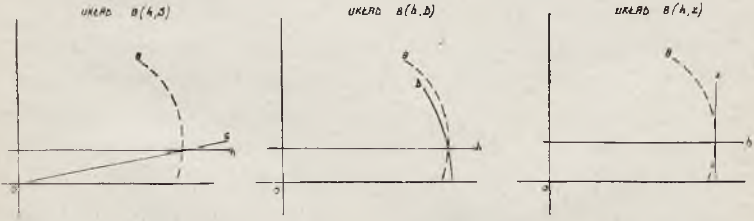
Powstaje luka między dolną granicą zasięgu armat a górną granicą zasięgu ckm. Lotnictwo niewątpliwie potrafi wyzyskać tę lukę. Trzeba ją czemś zatkać. Pozostaje broń pośrednia między działem a karabinem: armatki małokalibrowe i najcięższe karabiny maszynowe. Niezależnie od powstawania nowych rodzajów sprzętu ogniowego wydaje się, że dobrowolne rezygnowanie z możliwości ognia artylerji przeciwlotniczej na małe wysokości nie ma żadnego uzasadnienia. Bezpieczeństwo własnych oddziałów może wchodzić w grę dopiero przy rozpryskach niższych niż 200 m. Pole rozrzutu wzwyż dla szrapnela 75 mm na odległości 4000 wynosi 39 m, tory są płaskie i rozrzut zapalnika nie odgrywa tu roli.

Pomimo to dotychczasowe metody obejścia błędów określania B przy małych kątach położenia nie są wykończone.

Wielkość balistyczną B można w zasadzie określać funkcją między dwiema dowolnie wybranemi współrzędnemi geometrycznemi płaszczyzny strzału. Chodzi tylko o to, aby wybrane współrzędne były możliwie mało zmienne w czasie, łatwe do pomierzenia oraz by dawały duże nachylenie do siebie obu zbiorów linij, tworzących układ. Ten ostatni warunek umożliwia większą tolerancję w pomiarach.

Wybór *wysokości* na jedną z dwu współrzędnych jest bezsporny, ze względu na jej stałość w czasie, wypływającą z podstawowego założenia strzelań przeciwlotniczych. Pozostaje wybrać drugą współrzędną.

Układ $B(h, S)$, tak korzystny w przeciętnych warunkach strzelania, przy małych kątach położenia traci wartość, jak to widzieliśmy, na skutek słabego nachylenia linij zbioru B do linij zbioru h (rys. 2); pozostają do dyspozycji układy $B(h, D)$ i B (h, z) gdzie z oznacza odległość poziomą.

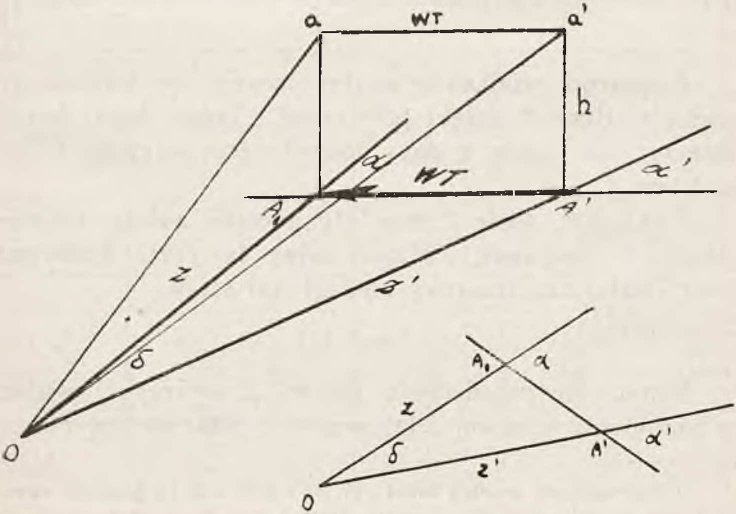


Rys. 2.

Francuska Instrukcja strzelania artylerji przeciwlotniczej z 1924 r. uważa oba układy za jednoznaczne, wy-

chodząc z założenia, że w równaniu $z = D \cos S$ wartość $\cos S$ przy małych kątach położenia jest bliska jedności. Instrukcja ta przewiduje w wypadku pojawienia się celu „na wysokości mniejszej niż 800 m strzelanie wprost według odległości" (pkt. 205). „Ponieważ kąty położenia są naogół bardzo małe, w tym wypadku można uważać odległość rzeczvwistą za równą odległości poziomej, i strzelanie wykonywa się według odległości poziomych, które przekształca się na przyszłą odległość odetkania zapomocą tabel poprawek".

W chwili pomiaru samolot znajduje się w A' na poziomej odległości z' od baterji (rys. 3). Samolot porusza się prostolinijnie z szybkością W. Pomiar odległości następuje w momencie t', wystrzał w momencie t_0, rozprysk w momencie t_1; czas $t_0 - t' = \Theta$ potrzebny jest do obliczenia wartości odetkania, jej nastawienia, odetkania za-



Rys. 3.

palnika, załadowania naboju i oddania ognia. Jest to czas martwy obsługi. Czas $t_1 - t_0 = t$ potrzebny jest na przelot pocisku; $t + \Theta = T$ czas, w którym samolot przebędzie drogę $WT = A'A_1$. Wartość B liczymy zapomocą $f(h, z)$ gdzie z jest odległością punktu A_1 t. zw. położenia przyszłego, podczas gdy pomiar daje z' t. zn. odległość celu w chwili pomiaru.

Z trójkąta $PA'A_1$ można ułożyć równanie:

$$(z')^2 = z^2 + (WT)^2 + 2\,z\,WT \cos\alpha \tag{3}$$

gdzie $\alpha = \alpha' + \delta$; ponadto

$$\sin\delta = \frac{WT}{z} \sin\alpha' \tag{4}$$

Z równań (3) i (4) otrzymujemy:

$$(z')^2 = z^2 + (WT)^2 + 2\,z\,WT \cos\left[\alpha' + \arcsin\left(\frac{WT}{z}\sin\alpha'\right)\right] \tag{5}$$

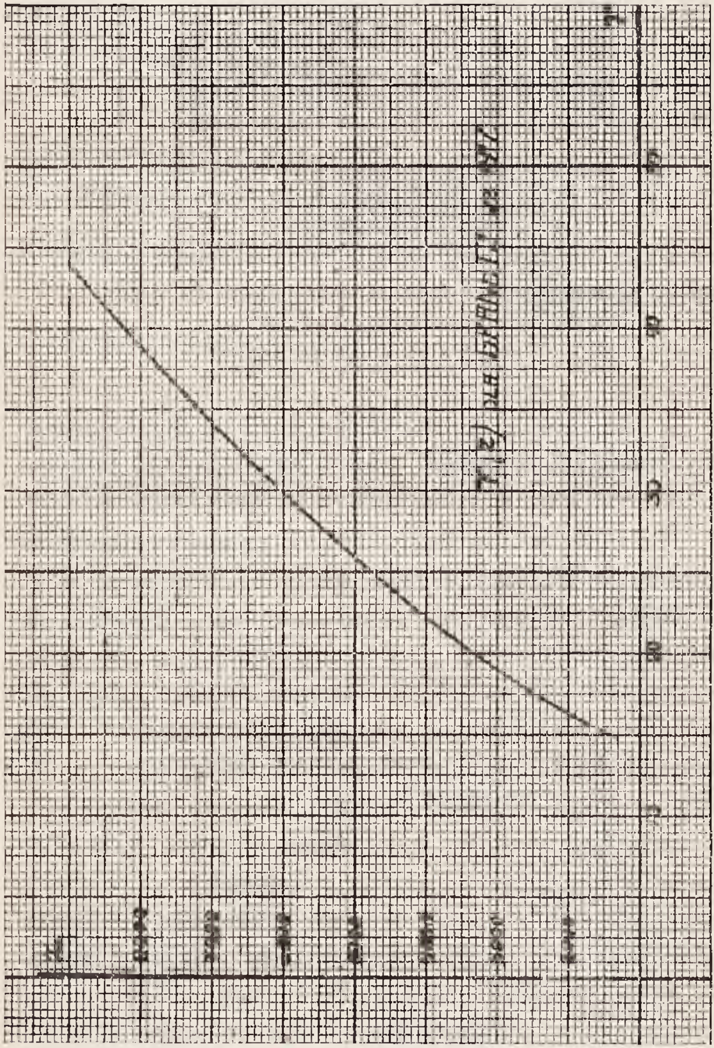
Z pośród wielkości występujących we wzorze (5) znamy wartość z' dzięki pomiarowi. Prócz tego można zmierzyć lub ocenić z dużą dokładnością wartości W i α'. Szukamy z.

$T = t + \Theta$, gdzie t czas lotu pocisku zależy od z — odległości szukanej. Mamy więc $t = f(z)$. Ponieważ $\Theta = c$ (stała) czas martwy obsługi jest stały,

$$T = f_2(z)$$

Funkcję tę przedstawia rys 4. Z wykresu [1]) widać, że nachylenie krzywej $T(z)$ przy $z > 5000$ m jest mniej-

[1]) Sporządzony według tabel $t(h, B)$ i $B(h = 0, D)$ komisji strzelań doświadczalnych w Gâvre 1917—1918; tabele te są dołączone do „Instrukcji strzelania art. plot" z 1924 r.



Rys. 4.

więcej stałe, zatem $\frac{T}{z} = a$ (stała). W równaniu (5) możemy zastąpić T przez az; otrzymujemy:

$$(z')^2 = z^2 + z^2 (aW)^2 + 2 z^2 aW \cos [\alpha' + \arc\sin (aW \sin \alpha')]$$

skąd

$$z = \frac{z'}{\sqrt{1 + (aW)^2 + 2 aW \cos [\alpha' + \arc\sin (aW \sin \alpha')]}} \qquad (6)$$

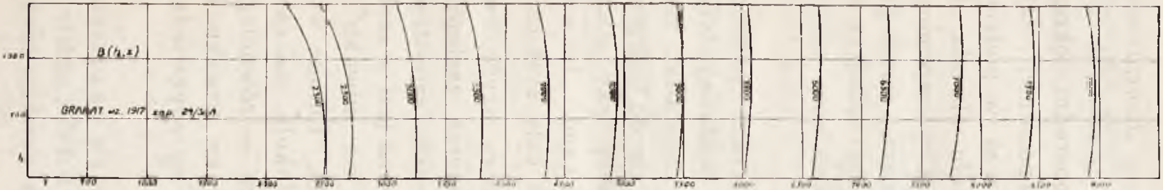
Wzór dla $z = f_1 (z', W, \alpha')$. Ponieważ poszukujemy B według schematu $B = f_2 (h, z)$, osiągniemy to przez

$$B = f_2 [h, f_1 (z', W, \alpha')]$$

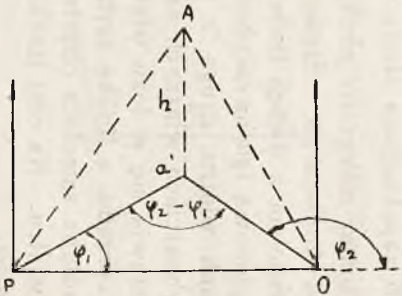
W ten sposób do znalezienia wartości odetkania musimy pomierzyć wysokość celu h, jego odległość poziomą z', oraz wielkość W i kierunek α' wektora szybkości celu.

Jak widać z wykresu na rys. 5, zmiany odetkania są stosunkowo nieznaczne przy zmianach wysokości od 0 do 1000 m. Wobec tego ograniczono się dotychczas do sporządzenia tabel dla średniej wysokości celów nisko lecących $h = 500$ m. W ten sposób zarazem stają się zbyteczne poszukiwania wartości tego czynnika przy strzelaniu do celów lecących poniżej dolnej granicy zasięgu zwykłych wysokościomierzy przeciwlotniczych.

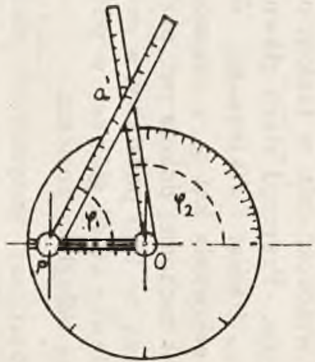
Odległość poziomą celu można mierzyć zapomocą telemetru odległości poziomych (télémètre de distance horizontale) lub szybkościomierza linijkowego. Ponadto, wobec przyjęcia zasady przyrównanie odległości poziomej do rzeczywistej, „Instrukcja“ z 1924 r. uznaje pomiar zapomocą dalmierza Barr i Stroud „odwróconego“ długości 1 m, który to przyrząd był tego rodzaju jedynym regulaminowym w artylerji plot. francuskiej w 1924 r.



Rys. 5.



Rys. 6.



Rys. 7.

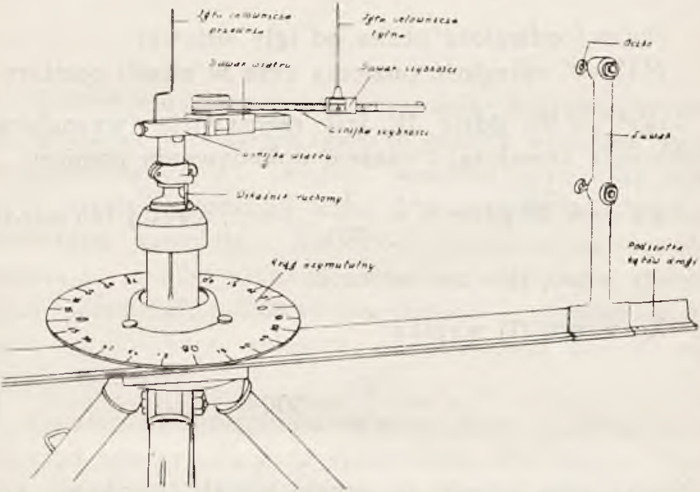
Pomiar odległości poziomej zapomocą dwustanowiskowego telemetru. Dalmierz odległości poziomych był używany dawniej jako wysokościomierz pośredni, określający wysokość celu w funkcji odległości poziomej i kąta położenia. Przyrząd stacji głównej odtwarza w podziałce $^1/_{40000}$ trójkąt $Pa'0$ (rys. 6). W tym celu określa się przez celowanie kąt φ_1 i przenosi się kąt φ_2 zapomocą listewki ruchomej dokoła osi, przedstawiającej stację pomocniczą na linji podstawy, w podziałce przyrządu (rys. 7). Na listewce stacji głównej w punkcie przecięcia odczytuje się odległość poziomą.

Obarczony wszystkiemi niedogodnościami pomiaru z dwu stacyj, sposób ten jest ponadto dokładny tylko w kierunkach silnie nachylonych do linji podstawy. Błędy pomiaru rosną szybko, gdy cel zbliża się do linji podstawy. Aby temu zapobiec, trzeba ustawiać trzy stacje z dwiema prostopadłemi do siebie podstawami. Już sam sposób zapobiegania złemu dyskwalifikuje cały system.

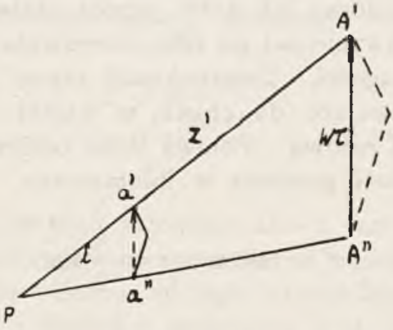
Pomiar odległości poziomej przy pomocy szybkościomierza linijkowego. Siatkę szybkościomierza zastępuje się zespołem z dwóch linijek. Jedna z nich, zaopatrzona w pionową igłę na osi obrotu, wycechowana jest w szybkościach wiatru, druga z pionową igłą na suwaku — w szybkościach własnych samolotu (rys. 8). Linijkę wiatru ustawia się w łożu wiatru obrotem dokoła osi całego przyrządu, a linijkę szybkości samolotu — równolegle do kadłuba samolotu obrotem dokoła osi na suwaku linijki wiatru. Na obu linijkach nastawia się odpowiednie szybkości.

Przez takie ustawienie linijek tworzy się na przyrządzie trójkąt $Pa'a''$ podobny do trójkąta $PA'A''$, gdzie P oznacza położenie oczka celowniczego na suwaku szyny.

Stosunek zmniejszenia wynosi $K = \frac{1}{500}$;[1] W ten sposób (rys. 9):



Rys. 8.



Rys. 9.

---

[1]) Na linijce szybkości dla $V = 50$ m/s. mamy $KV = 0{,}1$ m; stąd $K = \frac{0{,}1}{50} = \frac{1}{500}$.

$$\frac{Pa'}{PA} = \frac{a'a''}{A'A''} \tag{7}$$

Oznaczamy przez

$Pa' = l$ odległość oczka od igły osiowej

$PA' = z'$ odległość poziomą celu w chwili pomiaru

$A'A'' = \overrightarrow{W}\tau$ gdzie W jest rzeczywistą (wypadkową) szybkością samolotu, τ czasem dokonvwania pomiaru

$a'a' = K\overrightarrow{W}\tau$ gdzie $K = \frac{1}{500}$, $\tau = 1$; wektor ten jest wytyczony przez igły na linijkach,

Ze wzoru (7) wynika

$$z' = \frac{lW\tau}{KW} = 500\, l\tau \tag{8}$$

Należy więc ustawić na szynie suwak z oczkami celowniczemi w stałej odległości l od osi obrotu szyny, np. 1 m. Patrząc przez górne lub dolne oczko, zależnie od kąta położenia, uchwycić cel na igłę przesuwalną w dowolnem miejscu jej długości. Unieruchomić szynę i porachować sekundy upływające do chwili, w której samolot przejdzie poza igłę osiową. Połowa ilości odliczonych sekund określa odległość poziomą w kilometrach

$$z' = 500\,\text{m} \times \tau = \frac{\tau}{2}\,\text{km}.$$

Wobec tego procentowy błąd pomiaru

$$\varepsilon = \frac{z' - z'_1}{z} = \frac{\tau - \tau'}{\tau}$$

Zazwyczaj przyjmujemy, że pomiar τ może nastąpić ze ścisłością do $^1/_2$ sek., zatem $\tau - \tau_1 = 0,5$. Dla $z = 5000$ $\tau = 10$, zatem na średnich odległościach

$$\varepsilon = \frac{0,5}{10} = 5\%$$

Oczywiście warunkiem uzyskania dobrego wyniku jest właściwe ustawienie igieł, to znaczy właściwe wytyczenie wektora KW. Długość wektora szybkości własnej V ustala się według oceny V na podstawie rozpoznania typu samolotu. Kierunek wyznacza się na oko, ustawiając „linijkę szybkości własnej równolegle do kadłuba samolotu", Ustawienie linijki i suwaka wiatru może być dokładnie ustalone na podstawie danych meteorologicznych.

Pomiar odległości dalmierzem Barr i Stroud 1 m. Przyrząd mierzy odległość rzeczywistą. Zakładając $D = z$ popełniamy błąd $\frac{z - D}{z}$; $D = \frac{z}{\cos S}$, błąd wynikły z założenia $D = z$ przy kątach położenia $S < 10^0$ będzie zatem

$$\varepsilon_{(D=z)} < \frac{z - \frac{z}{\cos 10^0}}{z} = -1,5\%$$

Widzimy, że błąd założenia $D = z$ jest zawsze jednostronny, mianowicie otrzymujemy z zawsze cokolwiek zbyt wielką, Niezależnie od tego istnieje błąd pomiaru D. Przyrząd Barr i Stroud o podstawie 1 m pracuje nieźle do 6000 m odległości, lecz dalsze cele są już nieuchwytne dla tego dalmierza.

(d. c. n.)

531 . 76

Płk. w st. sp. inż. DŁUGOWSKI GERARD.

PRZYKŁADY OBLICZANIA CZASU RUCHU POCISKU W LUFIE DZIAŁA.

W uzupełnieniu artykułu p. t. „Wyznaczenie czasu ruchu pocisku w lufie działa", (Wiad. Techn. Art. Nr. 19) przytaczam poniżej liczbowe przykłady obliczenia tego czasu dla dział polowych, przy użyciu prochów wstęgowych typu B.

W jednym z następnych numerów niniejszego czasopisma podane będą przykłady liczbowe obliczenia czasu przy użyciu prochów płytkowych nitroglicerynowych.

We wzorach, umieszczonych w artykule wyżej wzmiankowanym, należy poczynić następujące poprawki błędów drukarskich:

str. 50 wiersz 18 z góry

jest	ma być
$\frac{1}{\delta} = z\,(\eta - {}^1/\delta)$	$\frac{1}{\delta} + z\left(\eta - \frac{1}{\delta}\right)$

str. 57 wiersz 10 i 15 z góry

jest	ma być
$(c' - \eta\,\omega)$	$(c' - \eta_0\,\omega)$

str. 59 wiersz 3 i 14 z góry

jest	ma być
$(c' - \eta \omega)$	$(c' - \eta_0 \omega)$

str. 62 wiersz 3 góry

jest	ma być
$dt = \sqrt{\frac{\mu(\gamma - 1)}{\sigma^2 2 f \omega}} \sqrt{r}$	$dt = \sqrt{\frac{\mu(\gamma - 1)}{\sigma^2 2 f \omega}} \cdot \frac{1}{\sqrt{r}}$

str. 62 wiersz 5 z góry

jest	ma być
$r = \frac{(c - \eta \omega)^{\gamma - 1} - (c' - \eta \omega)^{\gamma - 1}}{(c - \eta \omega)^{\gamma - 1}}$	$r = \frac{(c - \eta \omega)^{\gamma - 1} - M(c' - \eta \omega)^{\gamma - 1}}{(c - \eta \omega)^{\gamma - 1}}$

str. 62 wiersz 7 z góry

jest	ma być
$\sqrt{(c - \eta \omega)^{\gamma - 1} - (c' - \eta \omega)^{\gamma - 1}}$	$\sqrt{(c - \eta \omega)^{\gamma - 1} - M (c' - \eta \omega)^{\gamma - 1}}$

str. 62 wiersz 11 z góry

jest	ma być
$\sqrt{(c - \eta \omega)^{1/n} - (c' - \eta \omega)^{\frac{1}{n}}}$	$\sqrt{(c - \eta \omega)^{1/n} - M (c' - \eta \omega)^{1/n}}$

str. 66 wiersz 7 z góry

jest	ma być
$(c' - \eta \omega)^{1/4}$	$M (c' - \eta \omega)^{1/3}$

Przykład I.

Wyznaczyć czas ruchu pocisku w lufie działa przy następujących danych:

a) działo: kaliber $d = 105$ mm; objętość komory ładunkowej $c' = 3{,}41$ dm.^{3}; objętość całkowitego przewodu lufy $c_0 = 24{,}8$ dm.^{3}.

b) pocisk: granat o ciężarze $p = 15{,}635$ kg.

c) ładunek: proch BC o ciężarze $\omega = 0{,}95$ kg; dane dotyczące prochu: siła prochu $f = 955\,000$; kowolum gazów

prochowych $\eta = 0{,}95$; ciężar właściwy prochu $\delta = 1{,}52$; stosunek ciepła właściwego gazów prochowych przy ciśnieniu stałem do ciepła właściwego przy objętości stałej $\gamma = 1{,}25$; wskaźnik żywości prochu — A; logarytm $A = \overline{3}{,}475\,00\,00$.

Ciśnienie początkowe (odpowiadające chwili ruszenia pocisku) $P = 400$ kg/cm.^{2}.

Zaobserwowano: szybkość początkowa $v_0 = 420$ m/s.

Uwaga: W obliczeniach używamy jednostek miar: kilogram, decymetr, sekunda.

Rozwiązanie przykładu.

Faza palenia się prochu.

Oznaczając czas ruchu pocisku w fazie palenia się prochu przez t_p, będziemy mieli na zasadzie wzoru, podanego na str. 61-ej:

$$t_p = -R\left[\frac{y^{4p-4}}{4p-4} + 8\frac{y^{3p-4}}{3p-4} + 28\frac{y^{2p-4}}{2p-4} + \right.$$

$$+ 56\frac{y^{p-4}}{p-4} - 70\frac{1}{y^4} - 56\frac{1}{(p+4)y^{p+4}} - 28\frac{1}{(2p+4)y^{2p+4}} +$$

$$\left. - 8\frac{1}{(3p+4)y^{3p+4}} - \frac{1}{(4p+4)y^{4p+4}}\right]_{y_0}^{y_1}$$

gdzie górna granica: $y_1 = \sqrt[p]{\dfrac{a-1}{1-b}}$

dolna zaś: $y_0 = \sqrt[p]{\dfrac{a-z_0}{z_0-b}}$

oraz spółczynnik (patrz wzór (3)-ci na str. 59)

$$R = \frac{2n . A \mu . (c' - \eta_0 w) N p}{\sigma^2 (a - b)^{2n+1}}$$

gdzie μ — jest masa fikcyjna pocisku, a

$$N = (z_0 - b)^{\frac{n(p-1)}{p}} (a - z_0)^{\frac{n(p+1)}{p}}$$

Obliczenie współczynnika R.

1) obliczenie n: (patrz str. 57)

$$n = \frac{1}{\gamma - 1}$$

ponieważ $\gamma = 1{,}25$, przeto $n = 4$.

2) obliczenie μ:

Przyjmujemy według Sugot:

$$\mu = \frac{1{,}07}{g} (p + 0{,}25\, \omega)$$

gdzie g — przyśpieszenie siły ciężkości $= 98{,}1$ dm/s.²

$$\begin{array}{rl} p = & 15{,}635 \\ 0{,}25\,\omega = & 0{,}2375 \\ \hline p + 0{,}25\,\omega = & 15{,}8725 \end{array} \qquad \begin{array}{rl} \lg 1{,}07 = & 0{,}029\,38\,38 \\ -\lg 98{,}1 = & \overline{2},008\,33\,10 \\ \hline \lg \frac{1{,}07}{g} = & \overline{2},037\,71\,48 \end{array}$$

$$\begin{array}{rl} \lg (p + 0{,}25\,\omega) = & 1{,}200\,64\,54 \\ \lg \frac{1{,}07}{g} = & \overline{2},037\,71\,48 \\ \hline \lg \mu = & \overline{1},238\,36\,02 \end{array}$$

3) obliczenie ξ (patrz str. 48 wzór II)

$$\xi = \frac{\sigma^2}{A^2\, 8\, f\, \omega\, \mu}$$

gdzie σ — powierzchnia przekroju lufy $= \frac{\pi d^2}{4}$

$$2 \lg A = \overline{6},950\ 00\ 00$$
$$\lg \mu = \overline{1},238\ 36\ 02$$
$$\lg 8 = 0,903\ 09\ 00$$
$$\lg f = 5,980\ 00\ 00$$
$$\lg \omega = \overline{1},997\ 72\ 36$$
$$\lg (A^2\, 8\, f\, \omega\, \mu) = 1,069\ 17\ 38$$

$$\lg \pi = 0,497\ 14\ 99$$
$$2 \lg d = 0,042\ 37\ 86$$
$$-\lg 4 = \overline{1},397\ 94\ 00$$
$$\lg \sigma = \overline{1},937\ 46\ 85$$

$$2 \lg \sigma = \overline{1},874\ 93\ 70$$
$$-\lg (A^2\, 8\, f\, \omega\, \mu) = \overline{2},930\ 82\ 62$$
$$\lg \xi = \overline{2},805\ 76\ 32$$
$$\xi = 0,063939.$$

4) obliczenie z_0 (patrz uwagę na str. 46)

$$z_0 = \frac{P_0}{f} \cdot \frac{\left(\frac{1}{\Delta} - \frac{1}{\delta}\right)}{1 + \frac{P_0}{f}\left(\eta - \frac{1}{\delta}\right)}$$

$$\Delta = \frac{0,95}{3,41} = 0,27859 \qquad \frac{1}{\Delta} = 3,58953$$

$$\frac{1}{\delta} = \frac{1}{1,52} = 0,65789$$

$$\frac{1}{\Delta} - \frac{1}{\delta} = 3,58953 - 0,65789 = 2,93164$$

$$\eta - \frac{1}{\delta} = 0{,}95 \quad - 0{,}65789 = 0{,}29211$$

$$P_0 = 400 \ \mathrm{kg/cm^2} = 40000 \ \mathrm{kg/dm^2}$$

$$\lg P_0 = 4{,}602\,06\,00 \qquad \lg\left(\eta - \frac{1}{\delta}\right) = \bar{1}{,}465\,54\,64$$

$$-\lg f = \bar{6}{,}020\,00\,00 \qquad \lg\frac{P_0}{f} = \bar{2}{,}622\,06\,00$$

$$\lg\frac{P_0}{f} = \bar{2}{,}622\,06\,00 \qquad \lg\left[\frac{P_0}{f}\left(\eta - \frac{1}{\delta}\right)\right] = \bar{2}{,}087\,60\,64$$

$$\frac{P_0}{f}\left(\eta - \frac{1}{\delta}\right) = 0{,}012235 \qquad 1 + \frac{P_0}{f}\left(\eta - \frac{1}{\delta}\right) = 1{,}012235$$

$$\lg\frac{P_0}{f} = \bar{2}{,}622\,06\,00 \qquad \lg\left[\frac{P_0}{f}\left(\frac{1}{\Delta} - \frac{1}{\delta}\right)\right] = \bar{1}{,}089\,17\,06$$

$$\lg\left(\frac{1}{\Delta} - \frac{1}{\delta}\right) = 0{,}467\,11\,06 \qquad -\lg 1{,}012235 = \bar{1}{,}994\,72\,00$$

$$\lg\left[\frac{P_0}{f}\left(\frac{1}{\Delta} - \frac{1}{\delta}\right)\right] = \bar{1}{,}089\,17\,06 \qquad \lg z_0 = \bar{1}{,}083\,89\,06$$

$$z_0 = \infty\, 0{,}12131.$$

5) obliczenie p (patrz str. 52)

$$p = \sqrt{1 + 4\,\xi\, z_0}$$

$$\lg 4 = 0{,}602\,06\,00$$
$$\lg z_0 = \bar{1}{,}082\,89\,06$$
$$\lg \xi = \bar{2}{,}805\,76\,32$$
$$\lg 4\, z_0\, \xi = \bar{2}{,}491\,71\,38$$

$$4\,\xi\, z_0 = 0{,}031025$$

$$p^2 = 1 + 4\,\xi\, z_0 = 1{,}031025$$

$$2 \lg p = 0{,}013\,26\,91 \qquad \lg p = 0{,}006\,63\,46$$

$$p = 1{,}0154$$

6) obliczenie N

$$N = (z_0 - b)^{\frac{n(p-1)}{p}} (a - z_0)^{\frac{n(p+1)}{p}}$$

$$z_0 - b = z_0 - \frac{1 + 2\xi z_0 - p}{2\xi} = \frac{p-1}{2\xi} = \frac{0{,}0154}{2\xi}$$

$$a - z_0 = \frac{1 + 2\xi z_0 + p}{2\xi} - z_0 = \frac{p+1}{2\xi} = \frac{2{,}0154}{2\xi}$$

(patrz wzory dla a i b na str. 51)

$$\begin{array}{rl} \lg \xi = & \overline{2},805\,76\,32 \\ \lg 2 = & 0{,}301\,03\,00 \\ \hline \lg 2\xi = & \overline{1},106\,79\,32 \end{array} \qquad \begin{array}{rl} \lg 0{,}0154 = & \overline{2},187\,52\,07 \\ -\lg 2\xi = & 0{,}893\,20\,68 \\ \hline \lg (z_0 - b) = & \overline{1},080\,72\,75 \end{array}$$

$$\frac{n(p-1)}{p} = \frac{4 . 0{,}0154}{1{,}0154} = \frac{0{,}0616}{1{,}0154} = 0{,}060666$$

$$\lg (z_0 - b)^{\frac{n(p-1)}{p}} = -0{,}919\,27\,25 . 0{,}060666 = -0{,}055\,76\,86$$

$$\begin{array}{rl} \lg 2{,}0154 = & 0,\ 304\,36\,13 \\ -\lg 2\xi = & 0,\ 893\,20\,68 \\ \hline \lg (a - z_0) = & 1{,}197\,56\,81 \end{array}$$

$$\frac{n(p+1)}{p} = \frac{4 . 2{,}0154}{1{,}0154} = \frac{8{,}0616}{1{,}0154} = 7{,}93933$$

$$\lg (a - z_0)^{\frac{n(p+1)}{p}} = 1{,}197\,56\,81 . 7{,}93933 = 9{,}507\,88\,83$$

$$\lg N = 9{,}507\,88\,83 - 0{,}055\,76\,86 = 9{,}452\,11\,97.$$

7) Obliczenie $(a - b)^{2n+1}$

$$a - b = \frac{1 + 2\xi z_0 + p}{2\xi} - \frac{1 + 2\xi z_0 - p}{2\xi} = \frac{p}{\xi}$$

$$\begin{aligned} \lg p &= 0{,}006\,63\,46 \\ -\lg \xi &= 1{,}194\,23\,68 \\ \hline \lg(a-b) &= 1{,}200\,87\,14 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} 2n+1 &= 9 \\ \\ \lg(a-b)^{2n+1} &= 10{,}807\,84\,26 \end{aligned}$$

8) Obliczenie $(c' - \eta_0\,\omega)$

Biorąc pod uwagę granice całkowania $z_0 = 0{,}12131$ i $z_1 = 1$, będziemy mieli:

$$\eta_0 = \frac{1}{\delta} + z\left(\eta - \frac{1}{\delta}\right) = \sim 0{,}82$$

$$c' - \eta_0\,\omega = 3{,}41 - 0{,}95\,.\,0{,}82 = 2{,}631.$$

A zatem będziemy mieli:

$$\lg R = \lg[2n\,.\,A\,\mu\,.\,(c' - \eta_0\,\omega)\,N p] - \lg[\sigma^2 (a-b)^{2n+1}]$$

$$\begin{aligned} \lg 2n &= 0{,}903\,09\,00 \\ \lg A &= \bar{3}{,}475\,00\,00 \\ \lg \mu &= \bar{1}{,}238\,36\,02 \\ \lg(c' - \eta_0\,\omega) &= 0{,}426\,34\,86 \\ \lg N &= 9{,}452\,11\,97 \\ \lg p &= 0{,}006\,63\,46 \\ -2\lg\sigma &= 0{,}125\,06\,30 \\ -(2n+1)\lg(a-b) &= \overline{11}{,}192\,15\,74 \\ \hline \lg R &= \bar{4}{,}818\,77\,35 \end{aligned}$$

Obliczenie y_0 i y_1

$$y_0 = \sqrt[p]{\frac{a - z_0}{z_0 - b}}$$

$$a - z_0 = \frac{1+p}{2\xi} \qquad z_0 - b = \frac{p-1}{2\xi} \qquad \frac{a - z_0}{z_0 - b} = \frac{p+1}{p-1}$$

$$\frac{a - z_0}{z_0 - b} = \frac{2{,}0154}{0{,}0154}$$

$$\begin{aligned} \lg\ 2{,}0154 &= 0{,}304\,36\,13 \\ -\lg\ 0{,}0154 &= 1{,}812\,47\,93 \\ \hline \lg\left(\frac{a - z_0}{z_0 - b}\right) &= 2{,}116\,84\,06 \end{aligned}$$

$$\lg\ y_0 = \frac{1}{p} \lg\left(\frac{a - z_0}{z_0 - b}\right) = \frac{2{,}116\ 8406}{1{,}0154} = 2{,}084\,73\,57$$

$$y_1 = \sqrt[p]{\frac{a - 1}{1 - b}}$$

$$a - 1 = \frac{1 + 2\xi z_0 + p}{2\xi} - 1 = \frac{p + 1 - 2\xi(1 - z_0)}{2\xi}$$

$$1 - b = 1 - \frac{1 + 2\xi z_0 - p}{2\xi} = \frac{p - 1 + 2\xi(1 - z_0)}{2\xi}$$

$$\frac{a - 1}{1 - b} = \frac{p + 1 - 2\xi(1 - z_0)}{p - 1 + 2\xi(1 - z_0)} = \frac{2{,}0154 - 2\xi \,.\, 0{,}87869}{0{,}0154 + 2\xi \,.\, 0{,}87869}$$

$$\begin{aligned} \lg\ 2\xi &= \overline{1}{,}106\,79\,32 \\ \lg\ (1 - z_0) &= \overline{1}{,}943\,83\,57 \\ \hline \lg\ [2\xi(1 - z_0)] &= \overline{1}{,}050\,62\,89 \end{aligned} \qquad 2\xi(1 - z_0) = 0{,}112364$$

$$\frac{a - 1}{1 - b} = \frac{1{,}903036}{0{,}127764} = 14{,}894\,93$$

$$\lg\left(\frac{a - 1}{1 - b}\right) = 1{,}173\,0384$$

$$\lg\ y_1 = \frac{1}{p} \lg\left(\frac{a - 1}{1 - b}\right) = \frac{1{,}173\,03\,84}{1{,}0154} = 1{,}155\,24\,75$$

Obliczenie wykładników przy y we wzorze dla t_p.

ponieważ $p = 1{,}0154$, przeto:

$4p - 4 = 0{,}0616$	$p + 4 = 5{,}0154$
$3p - 4 = -0{,}9538$	$2p + 4 = 6{,}0308$
$2p - 4 = -1{,}9692$	$3p + 4 = 7{,}0462$
$p - 4 = -2{,}9846$	$4p + 4 = 8{,}0616$

A zatem wzór dla t_p wygodniej napisać pod postacią:

$$t_p = -R\left[\frac{y^{4p-4}}{4p-4} - \frac{8}{4-3p}\cdot\frac{1}{y^{4-3p}} - \frac{28}{4-2p}\cdot\frac{1}{y^{4-2p}} + \right.$$

$$- \frac{56}{4-p}\cdot\frac{1}{y^{4-p}} - \frac{70}{4}\cdot\frac{1}{y^4} - \frac{56}{4+p}\cdot\frac{1}{y^{p+4}} - \frac{28}{2p+4}\cdot$$

$$\left.\cdot\frac{1}{y^{2p+4}} - \frac{8}{3p+4}\cdot\frac{1}{y^{3p+4}} - \frac{1}{4p+4}\cdot\frac{1}{y^{p+4}}\right]_{y_0}^{y_1}$$

$$\lg\frac{1}{4p-4} = -\lg\ 0{,}0616 = 1{,}210\,41\,93$$

$\lg\ 8 = 0{,}903\,09\,00$	$\lg\ 28 = 1{,}447\,15\,80$
$-\lg(4-3p) = 0{,}020\,54\,27$	$-\lg(4-2p) = \bar{1}{,}705\,71\,02$
$\lg\dfrac{8}{4-3p} = 0{,}923\,63\,27$	$\lg\dfrac{28}{4-2p} = 1{,}152\,86\,72$
$\lg\ 56 = 1\,748\,18\,80$	$\lg\ 70 = 1{,}845\,09\,80$
$-\lg\ (4-p) = \bar{1}{,}525\,11\,40$	$-\lg\ 4 = -0{,}602\,06\,00$
$\lg\dfrac{56}{4-p} = 1{,}273\,30\,20$	$\lg\dfrac{70}{4} = 1{,}243\,03\,80$
$\lg\ 56 = 1{,}748\,18\,80$	$\lg\ 28 = 1{,}447\,15\,80$
$-\lg\ (p+4) = \bar{1}{,}299\,69\,44$	$-\lg(2p+4) = \bar{1}{,}219\,62\,51$
$\lg\dfrac{56}{p+4} = 1{,}047\,88\,24$	$\lg\dfrac{28}{2p+4} = 0{,}666\,78\,31$

$$\lg 8 = 0{,}903\,09\,00$$
$$-\lg(3p+4) = \bar{1}{,}152\,04\,50$$
$$\lg \frac{8}{3p+4} = 0{,}055\,94\,50 \qquad \lg \frac{1}{4p+4} = \bar{1}{,}093\,57\,88$$

Obliczenie logarytmów wyrazów y_0^l i y_1^l.

$$\lg y_0^{4p-4} = 2{,}084\,73\,57 \,.\, 0{,}0616 = 0{,}128\,41\,97$$
$$\lg y_0^{4-3p} = 2{,}084\,73\,57 \,.\, 0{,}9538 = 1{,}988\,42\,09$$
$$\lg y_0^{4-2p} = 2{,}084\,73\,57 \,.\, 1{,}9692 = 4{,}105\,26\,15$$
$$\lg y_0^{4-p} = 2{,}084\,73\,57 \,.\, 2{,}9846 = 6{,}222\,10\,22$$
$$\lg y_0^{4} = 2{,}084\,73\,57 \,.\, 4{,}00 = 8{,}338\,94\,28$$

Biorąc pod uwagę, że we wzorze dla t_p, wyrazy y^l zaczynając od drugiego wyrazu wchodzą do mianownika, przeto dalsze wyrazy opuszczamy jako zbyt małe (mniejsze od 10^{-9}).

$$\lg y_1^{4p-4} = 1{,}155\,24\,75 \,.\, 0{,}06116 = 0{,}071\,16\,32$$
$$\lg y_1^{4-3p} = 1{,}155\,24\,75 \,.\, 0{,}9538 = 1{,}101\,87\,51$$
$$\lg y_1^{4-2p} = 1{,}155\,24\,75 \,.\, 1{,}9692 = 2{,}274\,91\,34$$
$$\lg y_1^{4-p} = 1{,}155\,24\,75 \,.\, 2{,}9846 = 3{,}447\,95\,17$$
$$\lg y_1^{4} = 1{,}155\,24\,75 \,.\, 4{,}00 = 4{,}620\,99\,00$$
$$\lg y_1^{4+p} = 1{,}155\,24\,75 \,.\, 5{,}0154 = 5{,}794\,02\,83$$
$$\lg y_1^{4+2p} = 1{,}155\,24\,75 \,.\, 6{,}0308 = 6{,}967\,06\,66$$

Dalsze wyrazy opuszczamy na tej podstawie, co i przy obliczeniu logarytmów y_0^l.

Obliczenie poszczególnych wyrazów dla t_p
przy $y = y_0$.

$$\lg y_0^{4p-4} = 0{,}128\,41\,97$$
$$-\lg(4p-4) = \bar{1}{,}210\,31\,93$$
$$\bar{1}{,}338\,83\,90 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 21{,}81921$$

$$-\lg y_0^{4-3p} = \bar{2},011\ 57\ 91$$

$$\lg \frac{8}{4-3p} = 0,923\ 63\ 27$$

$$\bar{2},935\ 21\ 18 \quad \ldots\ldots \quad 0,086141$$

$$-\lg y^{4-2p} = \bar{5},894\ 73\ 85$$

$$\lg \frac{28}{4-2p} = 1,152\ 86\ 82$$

$$\bar{3},047\ 60\ 67 \quad \ldots\ldots \quad 0,0011158$$

$$-\lg y_0^{4-p} = \bar{7},777\ 89\ 78$$

$$\lg \frac{56}{4-p} = 1,273\ 30\ 60$$

$$\bar{5},051\ 19\ 98 \quad \ldots\ldots \quad 0,00001125$$

$$-\lg y^{4} = \bar{9},661\ 05\ 72$$

$$\lg \frac{70}{4} = 1,243\ 03\ 80$$

$$\bar{8},904\ 09\ 52$$

Biorąc wyrazy z dokładnością do 5-go znaku dziesiętnego, będziemy mieli wartość t_p przy dolnej granicy całkowania:

$$21,81921 - (0,08614 + 0,00112 + 0,00001) = 21,73194.$$

Obliczenie poszczególnych wyrazów dla t_p
przy $y = y_1$.

$$\lg y_1^{4p-4} = 0,071\ 16\ 32$$

$$-\lg (4p-4) = 1,210\ 41\ 93$$

$$1,281\ 58\ 25 \quad \ldots\ldots \quad 19,12412$$

$$\lg y_1^{4-3p} = \bar{2},898\,12\,49$$

$$\lg \frac{8}{4-3p} = 0,923\,63\,27$$

$$\bar{1},821\,75\,76 \quad \ldots\ldots \quad 0,66337$$

$$-\lg y_1^{4-2p} = \bar{3},725\,08\,66$$

$$\lg \frac{28}{4-2p} = 1,152\,86\,82$$

$$\bar{2},877\,95\,48 \quad \ldots\ldots \quad 0,075501$$

$$-\lg y_1^{4-p} = \bar{4},552\,04\,83$$

$$\lg \frac{56}{4-p} = 1,273\,30\,20$$

$$\bar{3},825\,35\,02 \quad \ldots\ldots \quad 0,0066889$$

$$-\lg y_1^{4} = \bar{5},379\,01\,00$$

$$\lg \frac{70}{4} = 1,243\,03\,80$$

$$\bar{4},622\,04\,80 \quad \ldots\ldots \quad 0,0004188$$

$$-\lg y_1^{4+p} = \bar{6},205\,97\,17$$

$$\lg \frac{56}{4-p} = 1,047\,88\,41$$

$$\bar{5},253\,85\,41 \quad \ldots\ldots \quad 0,00001794$$

Biorąc jak poprzednio wyrazy z dokładnością do 5-go znaku, będziemy mieli wartość dla t_p przy górnej granicy całkowania:

$$19,12412 - (2,66337 + 0,07550 + 0,00669 + 0,00042 + \\ + 0,00002) = 18,37812.$$

A zatem wyrażenie dla t^p przybiera postać:

$$t_p = -R\,[18{,}37812 - 21{,}73194] =$$
$$= \quad R\,.\,3{,}36382$$

$$\begin{aligned} \lg\ R &= \overline{4}{,}818\ 77\ 35 \\ \lg\ 3{,}35382 &= 0{,}526\ 83\ 26 \\ \hline \lg\ t_p &= \overline{3}{,}345\ 60\ 61 \end{aligned}$$

$$t_p = 0{,}0022162 \ sek.$$

Faza rozprężania się gazów.

Oznaczając przez t_r czas ruchu pocisku w fazie rozprężania się gazów, będziemy mieli na zasadzie wzoru na str. 66-ej

$$t_r = \sqrt{\frac{\mu}{\sigma^2\, 8\, f\, \omega}} \left\{ \sqrt{x^2 - h} \left[x^7 + \frac{7}{6} h\, x^5 + \frac{35}{24} h^2 x^3 + \right.\right.$$
$$\left.\left. + \frac{105}{48} h^3 x \right] + \frac{105}{48} h^4\, \mathrm{Lg}\,(x + \sqrt{x^2 - h}) \right\}_{x_0}^{x_1}$$

gdzie $x = (c - \eta\,\omega)^{1/8}$ (patrz str. 62)

zaś $h = M\,(c' - \eta\,\omega)^{1/4}$ (patrz st. 63)

Oznaczając przez c_1 objętość, zajmowaną przez gazy w chwili całkowitego spalenia się ładunku oraz przez c_0 całkowitą objętość przewodu lufy, będziemy mieli:

$$x_1 = (c_0 - \eta\,\omega)^{1/8}$$
$$x_0 = (c_1 - \eta\,\omega)^{1/8}$$

Obliczenie wyrazu h.

$$h = M\,(c' - \eta\,\omega)^{1/4}$$

1) Obliczenie modułu prochu M

Ze wzoru XI-go (str. 56) mamy;

$$r = \frac{\mu\, v^2}{2\, f\, \omega}(\gamma - 1) = \frac{\mu\, v^2}{8\, f\, \omega}$$

Zastępując v przez $v_0 = 4200$ dm/s. i oznaczając przez r_0 wydajność pracy gazów prochowych w chwili wylotu pocisku z lufy, będziemy mieli:

$$r_0 = \frac{\mu\, .\, 4200^2}{8\, f\, \omega}$$

$$\begin{array}{rl} 2 \lg v_0 = & 7{,}246\ 49\ 86 \\ \lg \mu = & \overline{1}{,}238\ 36\ 02 \\ -\lg 8 = & \overline{1}{,}096\ 91\ 00 \\ -\lg f = & \overline{6}{,}020\ 00\ 00 \\ -\lg \omega = & 0{,}002\ 27\ 64 \\ \hline \lg r_0 = & \overline{1}{,}604\ 04\ 52 \end{array} \qquad r_0 = 0{,}40183$$

Ze wzoru X-go (str. 55), zastępując w nim r przez r_0 oraz c przez c_0, bedziemy mieli:

$$M = (1 - r_0)\left(\frac{c_0 - \eta\, \omega}{c' - \eta\, \omega}\right)^{1/4}$$

$$c_0 - \eta\, \omega = 24{,}8 - 0{,}95\, .\, 0{,}95 = 23{,}8975$$

$$c' - \eta\, \omega = 3{,}41 - 0{,}95\, .\, 0{,}95 = \ \ 2{,}4075$$

$$\begin{array}{rl} \lg\ (c_0 - \eta\, \omega) = & 1{,}378\ 35\ 25 \\ -\lg\ (c' - \eta\, \omega) = & \overline{1}{,}618\ 43\ 37 \\ \hline \lg\left(\dfrac{c_0 - \eta\, \omega}{c' - \eta\, \omega}\right) = & 0{,}996\ 78\ 62 \end{array} \qquad \frac{1}{4} \lg \lg\left(\frac{c_0 - \eta\, \omega}{c' - \eta\, \omega}\right) 0{,}249\ 19\ 66$$

$$\begin{array}{rr} \lg(1 - r_0) = \lg 0{,}59817 = & \overline{1}{,}776\ 82\ 46 \\ \dfrac{1}{4}\lg\left(\dfrac{c_0 - \eta\, \omega}{c' - \eta\, \omega}\right) = & 0{,}249\ 19\ 66 \\ \hline \lg M = & 0{,}026\ 02\ 12 \end{array}$$

A zatem otrzymamy:

$$\lg h = \lg M + {}^1/_4 \lg (c' - \eta\,\omega)$$

$$\lg M = 0{,}026\,02\,12$$

$$\frac{1}{4} \lg (c' - \eta\,\omega) = 0{,}095\,39\,16$$

$$\lg h = 0{,}121\,41\,28$$

$$h = 1{,}322\,55$$

Obliczenie górnej i dolnej granic

x_1 *i* x

$$x_1 = (c_0 - \eta\,\omega)^{1/8}$$

$$\lg (c_0 - \eta\,\omega) = 1{,}378\,35\,25$$

$$\lg x_1 = {}^1/_8 \lg (c_0 - \eta\,\omega) = 0{,}172\,29\,41$$

$$x_0 = (c_1 - \eta\,\omega)^{1/8}$$

1) Obliczenie c_1.

Dla obliczenia c_1 zastosujemy wzór X, zastępując w nim c przez c_1 oraz r przez r_1, t. j. wydajność w chwili całkowitego spalenia się ładunku; będziemy mieli:

$$\left(\frac{c' - \eta\,\omega}{c_1 - \eta\,\omega} \right)^{0,25} = \frac{1 - r_1}{M}$$

Na zasadzie wzoru podanego na str. 48-ej, będzie:

$$r_1 = \xi \left[\int_{z_0}^{1} \frac{dz}{\varphi(z)} \right]^2 \text{*)}$$

*) Punkt c_1 jest punktem całkowitego spalenia się ładunku, a zatem dla tego punktu możemy stosować dla obliczenia r_1 — zarówno wzór fazy rozprężania się gazów jak i wzór fazy palenia się prochu.

Przyjmując według Sugot

$$\varphi(z) = (1 - z)^{1/5}$$

będziemy mieli:

$$\int_{z_0}^{1} \frac{dz}{\varphi(z)} = \int_{z_0}^{1} dz\,(1 - z)^{-1/5} = {}^5/_4\,(1 - z_0)^{4/5}$$

A zatem:

$$r_1 = \xi\,[{}^5/_4\,(1 - z_0)^{4/5}]^2 = \xi[{}^5/_4\,.\,0{,}87869^{4/5}]^2$$

$\lg(1 - z_0) = \overline{1},943\,83\,57 \qquad {}^4/_5 \lg(1 - z_0) = \overline{1},955\,06\,86$

$$\begin{aligned} \lg {}^5/_4 &= 0{,}096\,91\,91 \\ {}^4/_5 \lg(1 - z_0) &= \overline{1},955\,06\,86 \\ \hline \lg[{}^5/_4\,(1 - z_0)^{4/5}] &= 0{,}051\,97\,86 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lg \xi &= \overline{2},805\,76\,32 \\ 2\lg[{}^5/_4\,(1 - z_0)^{4/5}] &= 0{,}103\,95\,72 \\ \hline \lg r_1 &= \overline{2},909\,72\,04 \end{aligned}$$

$$r_1 = 0{,}081231$$

A przeto:

$$\left(\frac{c' - \eta\,\omega}{c_1 - \eta\,\omega}\right)^{1/4} = \frac{0{,}918769}{M}$$

Skąd:

$$c_1 - \eta\,\omega = (c' - \eta\,\omega)\left|\frac{M}{0{,}918769}\right|^4$$

$$\begin{aligned} \lg M &= 0{,}026\,02\,12 \\ -\lg 0{,}918769 &= 0{,}036\,79\,37 \\ \hline \lg\frac{M}{0{,}918769} &= 0{,}062\,81\,49 \end{aligned} \qquad 4\lg\frac{M}{0{,}918769} = 0{,}251\,25\,96$$

$$\begin{aligned} \lg(c' - \eta\,\omega) &= 0{,}381\,56\,63 \\ 4\lg\frac{M}{0{,}918769} &= 0{,}251\,25\,96 \\ \hline \lg(c_1 - \eta\omega) &= 0{,}632\,82\,59 \end{aligned}$$

$$c_1 - \eta\,\omega = 4{,}2936$$

$$c_1 = 4{,}2936 + \eta\omega = 3{,}2936 + 0{,}9025 = 5{,}1961 \ \text{dm.}^3$$

A zatem:

$$x_0 = (c_1 - \eta\,\omega)^{1/8} = (5{,}1961 - 0{,}9025)^{1/8} = 4{,}2936^{1/8}$$

$$\lg(c_1 - \eta\,\omega) = 0{,}632\,82\,16$$

$$\lg x_0 = {}^1/_8 \lg(c_1 - \eta\,\omega) = 0{,}079\,10\,27.$$

Obliczenie spółczynników przy x we wzorze dla t_r.

$$\begin{aligned} \lg 7 &= 0{,}845\,09\,80 \\ -\lg 6 &= \bar{1}{,}221\,84\,87 \\ \lg h &= 0{,}121\,41\,28 \\ \hline \lg \frac{7}{6} h &= 0{,}181\,35\,95 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \lg 35 &= 1{,}544\,06\,80 \\ -\lg 24 &= \bar{2}{,}619\,78\,88 \\ 2\lg h &= 0{,}22\,82\,56 \\ \hline \lg \frac{35}{24} h^2 &= 0{,}406\,68\,24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lg 105 &= 2{,}021\,18\,93 \\ -\lg \ 48 &= 2{,}318\,75\,88 \\ 3\lg h &= 0{,}364\,23\,84 \\ \hline \lg \frac{105}{48} h^3 &= 0{,}704\,18\,55 \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \lg 105 &= 2{,}021\,18\,93 \\ -\lg \ 48 &= \bar{2}{,}318\,75\,88 \\ 4\lg h &= 0{,}485\,65\,12 \\ \hline \lg \frac{105}{48} h^4 &= 0{,}825\,59\,83 \end{aligned}$$

$$\frac{105}{48} h^4 = 6{,}69265.$$

Obliczenie poszczególnych wyrazów dla t_r przy górnej granicy $x = x_1$.

Mamy:

$$\begin{aligned} \lg x_1 &= 0{,}172\,29\,41 & x_1 &= 1{,}48694 \\ \lg x_1{}^2 &= 0{,}344\,58\,82 & x_1{}^2 &= 2{,}211 \\ \lg x_1{}^3 &= 0{,}516\,88\,23 & & \\ \lg x_1{}^5 &= 0{,}861\,47\,05 & & \\ \lg x_1{}^7 &= 1{,}206\,05\,87 & x_1{}^7 &= 16{,}0716 \end{aligned}$$

$$x_1^2 - h = 2,211 - 1,32255 = 0,88845$$

$$\lg (x_1^2 - h) = \bar{1},948\,63\,30 \qquad \lg \sqrt{x_1^2 - h} = \bar{1},974\,31\,65$$

$$\sqrt{x_1^2 - h} = 0,94258$$

$$\lg \frac{7}{6} h = 0,188\,35\,95$$

$$\lg x_1^5 = 0,871\,47\,05$$

$$\lg \frac{7}{6} h x_1^5 = 1,049\,83\,00 \quad \ldots\ldots \quad 11,2158$$

$$\lg \frac{35}{24} h^2 = 0,406\,68\,24$$

$$\lg x_1^3 = 0,516\,88\,23$$

$$\lg \frac{35}{24} h^2 x_1^3 = 0,923\,56\,47 \quad \ldots\ldots \quad 8,3862$$

$$\lg \frac{105}{48} h^3 = 0,704\,18\,55$$

$$\lg x_1 = 0,172\,29\,41$$

$$\lg \frac{105}{48} h^3 x_1 = 0,876\,47\,96 \quad \ldots\ldots \quad 7,5245$$

$$x_1 + \sqrt{x_1^2 - h} = 1,48694 + 0,94258 = 2,42952$$

$$\lg [x_1 + \sqrt{x_1^2 - h}] = 0,385\,52\,05$$

$$\mathrm{Lg} (x_1 + \sqrt{x_1^2 - h}) = 0,385\,52\,05 \cdot 2,302585 = 0,887\,69\,37$$

$$\frac{105}{58} h^4 \mathrm{Lg} (x_1 + \sqrt{x_1^2 - h}) = 0,887\,69\,37 \,.\, 6,69265 = 5,941\,02$$

A zatem:

$$x_1^7 + {}^7/_6\, h x_1^5 + \frac{35}{24} h^2 x_1^3 + \frac{105}{48} h^3 x_1 = 16,0716 + 11,2158 +$$

$$+ 8,3862 + 7,5245 = 43,1981.$$

Dalej będziemy mieli:

$$\sqrt{x_1^2 - h}\,(x_1^7 + {}^7/_6\, h\, x_1^5 + \frac{35}{24} h^2 x_1^3 + \frac{105}{48} h^3 x_1) =$$
$$= 42{,}1981\,.\,0{,}94258 = 40{,}71\,77.$$

A więc:

$$\sqrt{x_1^2 - h}\,(x_1^7 + {}^7/_6\, h\, x_1^5 + \frac{35}{24} h^2 x_1^3 + \frac{105}{48} h^3 x_1) +$$
$$+ \frac{105}{48} h^4 \,\mathrm{Lg}\,(x_1 + \sqrt{x_1^2 - h}) = 40{,}7177 + 5{,}94102 = 46{,}6587.$$

Obliczenie poszczególnych wyrazów dla t_r dla dolnej granicy $x = x_0$.

Mamy:

$\lg x_0 = 0{,}079\,10\,27$ 1,1998

$\lg x_0^2 = 0{,}158\,20\,54$ 1,4395

$\lg x_0^3 = 0{,}237\,30\,81$

$\lg x_0^5 = 5{,}395\,51\,36$

$\lg x_0^7 = 0{,}533\,71\,89$ 3,5786

$$x_0^2 - h = 1{,}4395 - 1{,}3226 = 0{,}1169$$

$\lg (x_0^2 - h) = 1{,}067\,81\,45$ $\qquad \lg \sqrt{x_0^2 - h} = 1{,}533\,90\,72$

$$\sqrt{x_0^2 - h} = 0{,}3419$$

$\lg \frac{7}{6}\, h = 0{,}188\,35\,95$

$\lg x_0^5 = 0{,}395\,51\,35$

$\lg {}^7/_6\, h\, x_0^5 = 0{,}583\,87\,30$ 3,8360

$$\lg \frac{35}{24} h^2 = 0{,}406\,68\,24$$

$$\lg x_0^3 = 0{,}237\,30\,81$$

$$\lg \frac{35}{24} h^2 x_0^3 = 0{,}634\,99\,05 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 4{,}4055$$

$$\lg \frac{105}{48} h^3 = 0{,}704\,18\,55$$

$$\lg x_0 = 0{,}079\,10\,27$$

$$\lg \frac{105}{48} h^3 x_0 = 0{,}783\,28\,82 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad 6{,}0714$$

$$x_0 + \sqrt{x_0^2 - h} = 1{,}1998 + 0{,}3419 = 1{,}5417$$

$$\lg (x_0 + \sqrt{x_0^2 - h}) = 1{,}187\,99\,99$$

$$\mathrm{Lg}\,(x_0 + \sqrt{x_0^2 - h}) = 0{,}187\,99\,99 \,.\, 2{,}302585 = 0{,}432\,88\,57$$

$$\frac{105}{48} h^4 \,\mathrm{Lg}\,(x_0 \sqrt{x_0^2 - h}) = 0{,}432\,88\,57 \cdot 6{,}69255 = 2{,}8972$$

A zatem:

$$x_0^7 + {}^7/_6\, h x_0^5 + \frac{35}{24} h^2 x_0^3 + \frac{105}{48} h^3 x_0 = 3{,}5786 + 3{,}8360 +$$

$$+ 4{,}4055 + 6{,}0714 = 17{,}8915$$

Następnie mamy:

$$\sqrt{x_0^2 - h}\,(x_0^7 + {}^7/_6\, h x_0^5 + \frac{35}{24} h^2 x_0^3 + \frac{105}{48} h^3 x_0) =$$

$$= 0{,}3419 \;.\; 17{,}8915 = 6{,}1171.$$

A więc:

$$\sqrt{x_0^2 - h}\,(x_0^7 + \frac{7}{6} h x_0^5 + \frac{35}{24} h^2 x_0^3 + \frac{105}{48} h^3 x_0) +$$

$$+ \frac{105}{48} h^4 \,\mathrm{Lg}\,(x_0 + \sqrt{x_0^2 - h} = 6{,}1171 + 2{,}8972 = 9{,}0143.$$

Obliczenie spółczynnika $\sqrt{\dfrac{\mu}{\sigma^2 8 f \omega}}$

$$\lg \mu = \bar{1},238\,36\,02$$
$$-2 \lg \sigma = 0,125\,07\,30$$
$$-\lg 8 = \bar{1},096\,91\,00$$
$$-\lg f = \bar{6},020\,00\,00$$
$$-\lg \omega = 0,002\,27\,64$$
$$\bar{8},482\,70\,96$$

$$\lg \sqrt{\frac{\mu}{\sigma^2 8 f \omega}} = \bar{4},251\,35\,48$$

A zatem będziemy mieli:

$$t_r = \sqrt{\frac{\mu}{\sigma^2 8 f \omega}} (46,6587 - 9,0143)$$

$$\frac{1}{2} \lg \sqrt{\frac{\mu}{\sigma^2 8 f \omega}} = \bar{4},241\,35\,48$$
$$\lg 35,6444 = 1,551\,99\,86$$
$$\lg t_r = \bar{3},793\,35\,34$$
$$t_r = 0,006214 \text{ sek.}$$

Ostatecznie *całkowity okres czasu ruchu pocisku w lufie działa* (t) będzie się równał:

$$t = t_p + t_r = 0,002216 + 0,006214 = \underline{0,00843 \text{ sek.}}$$

(d. c. n.)

ppłk. VORBRODT WACŁAW.

PRZYCZYNEK DO HISTORJI UZBROJENIA WOJSKA POLSKIEGO.

Po odzyskaniu niepodległości i uwolnieniu Kraju od okupantów okazało się, że na terenie Polski znalazło się dużo broni i amunicji; lecz była to broń, nie zawsze nadająca się do użytku bojowego z różnych względów (typy przestarzałe, zniszczenie, brak odpowiedniej amunicji). Wojsko nasze zmuszone walczyć w dalszym ciągu z najeźdźcami musiało jednak wykorzystać co się dało. Ówczesny Departament Artylerji i Uzbrojenia MSWojsk. miał bardzo poważne trudności w kompletowaniu broni i zaopatrzeniu w nią walczących, wielka bowiem rozmaitość typów bardzo tę sprawę utrudniała.

Ilustracją tych trudności może służyć poniższy wykaz typów broni palnej, jakiemi dysponowano, a które znajdowały się w składnicach wojskowych jako broń porzucona przez okupantów, zdobyczna, kupiona i t. p.; obecnie w przeważającej ilości typów broń ta znajduje się w Muzeum Wojska, jako przekazana tam w swoim czasie przez władze wojskowe.

I. *Karabinv i karabinki ręczne.* a) francuskie:

Berthier wz: 07/15 — 3 strzałowy; Berthier wz. 16 — 5 strzałowy; Lebell wz. 86/93 — 8 strzałowy, 11 mm; Chassepor wz. 66 — 1 strzałowy; Gras wz. 74 — 1 strzałowy; Gras-Kropaček wz. 78; kb. wz. 64 — 1 strzałowy, 11 mm; kb. wz, 84 — 8-mio strzałowy; kb wz. 66/74, 1-no strzałowy; kb wz. 74/85; kb wz. 02/07; kbk artyl. wz. 92—3-y strzałowy; kbk artyl. wz. 92/16 — 5-cio strzałowy; kbk wz. 90/92 — 5-cio strzałowy; kbk kawaleryjski wz. 90 — 3 strzałowy; kb wz. 17 — 5-cio strzałowy, automatyczny.

b) austrjackie:

Mannlicher wz. 90 — 5-cio strzałowy; Mannlicher wz. 95 — 5-cio strzałowy; Mannlicher wz. 88/90, 86/90, 93, 98; kb Werndl wz. 67/77, 73/77, 76/77; kb Steyer wz. 12; kb Wenzel wz. 66; kb Frühwirth; kbk Kropaček.

c) rosyjskie:

Mossin wz. 91 (3''') — 5-cio strzałowy, (wyrób przedwojenny i bołszewicki); kb wz. 81 — 1-o strzałowy; kb Mossin wz. 14; Berdan wz, 79 — 1-no strzałowy; Berdan na amunicję austrjacką; kbk artyleryjski wz. 91.

d) niemieckie:

Mauser wz. 98 — 5-cio strzałowy; Mannlicher wz. 88 — 5-cio strzałowy: kb. wz. 58/65, 72,84, 84, 88/05, 88, 62; kb Berdan wz. 71 (artyl.); kb Mauser wz. 18, przeciwczołgowy.

e) angielskie i amerykańskie:

Lee wz. 89/95 — 10-cio strzałowy; Lee wz. 03 — 10-cio strzałowy; Winchester wz. 95; Enfield wz. 14; Remington — 1-no strzałowy; Flobert; Springfield wz. 03; Ross wz. 12 i 14, kanadyjski.

f) włoskie i japońskie:

Martini (turecki):

Mannlicher-Carcano, 4-o strzałowy; Witali-Weterli wz. 71; Arisaka wz. 97 — 5-cio strzałowy.

g) różne:

rumuński wz. 93 (6,5 i 8 mm.); bułgarski wz. 99; szwajcarski wz. 88, 10; serbski wz. 80; Mannlicher grecki wz. 03; turecki wz. 90 i 92; belgijski Francotte wz. 69; Schönauer 6,5 mm. — grecki.

II. *Karabiny maszynowe.* a) francuskie:

St. Etienne wz. 07: Hotchkiss wz. 14; Madsen wz. 92 i 18; Chauchat wz. 15; Darne (lotniczy) wz. 21 i piechoty wz. 21.

b) austrjackie:

Schwarzloze wz. 07, 07/12, 16; Škoda wz. 09, 93; Parabellum; Maxim.

c) rosyjskie:

Maxim wz 05,10; Colt wz. 14; Vickers (lotniczy); Madsen wz. 02; Lewis wz. 15; Mossin.

d) niemieckie:

Maxim wz. 08, 08/15, 08/18; Bergman wz. 02,15; Bergman wz. 02, 15; Parabellum wz. 14 (lotniczy); Dreyse wz. 08.

e) Różne:

Fiat Revelli (włoski); Vickers wz. 09 (angielski); Perino (włoski).

Ponadto mnóstwo typów *broni palnej krótkiej* (rewolwery, pistolety), najrozmaitszego pochodzenia, jak systemy: Steyr, Roth, Mauser, Colt, Gasser, Parabellum, Frommer, Waler, Smith i Wesson, St. Etienne, Buldog, Drey se, Lafoche, Nagant, Browning, Jäger, Wabley, oraz *broni białej*, jak szable, lance, bagnety, noże, kindżały, sztylety.

III. *Działa i moździerze piechoty.* a) francuskie:

Arm. 37 mm wz. 16; arm. 37 mm wz. 85 morska; arm. 47 mm wz. 85 morska; arm. 65 mm wz. 06 górska; arm. 75 mm wz. 97; arm. 75 wz. 12 i wz. 14 Schneidra konna; arm. 105 wz. 13; arm. 120 wz. 78; arm. 90 wz. 78; arm. 75 mm plotnicza na samochodzie, na przyczepce i półstała; hb 155 mm wz. 17; moździerz 75 mm J. D.

b) austrjackie:

Arm. 37 mm piechoty i morska; arm. 80 mm wz. 98, wz. 5/8, wz. 94 forteczna, wz. 75/94 forteczna, wz. 02, 17; arm. 70 mm górska i L/30; arm. 90 mm wz. 75/96 i 04: arm. 104 mm wz. 15; arm. 180 mm wz. 80 oblężnicza; hb 100 mm wz. 14 i wz. 16 górska; hb 100 mm wz. 05, 99, 99/07; hb 150 mm wz. 14, wz. 94 oblężnicza, 99/04; moździerz 150 mm wz. 80 oblężniczy; moździerz piechoty 90 mm wz. 14 i 14/16; moździerz piechoty 105 mm: moździerz piechoty 120 mm wz. 16 (pneumatyczny); moździerz piechoty 140 mm wz. 16: moździerz piechoty 220 mm wz. 15 i 17; granatniki małe i średnie.

c) niemieckie:

Arm. 50 mm, 57 mm; arm. 77 mm wz. 96 n/A, wz. 89 wz. 16; arm. 37 mm; arm. 37 mm plotnicza; arm. 80 mm plotnicza i 88 mm plotnicza; arm. 90 mm wz. 73 i 01; arm. 80 mm wz. 73; arm. 100 mm wz. 04; arm. 120 mm; arm. 149 mm; moździerz piechoty 76 mm, 170 mm, 250 mm; granatnik wz. 16;

d) rosyjskie:

Arm. 1,5″ okopowa; arm. 3″ wz. 900, wz. 02; arm. 3″ wz. 04 górska i 09 górska; arm. 3″ wz. 14 piechoty; arm. 3″ wz. 16 plotnicza; arm. 4″ wz. 95; arm. 42‴ wz. 10; hb 48‴ wz. 09 i 10; arm. 6″ wz. 77 (120 pud. 190 pud. i 200 pud); hb 6″ wz. 10; moździerz 11″ Schnei-

dra; moździerz piechoty 90 mm G. R.; moździerz piechoty 47 mm Lichonina; moździerz piechoty 58 Dumezile'a; moździerz 10″.

e) różne:

Angielska armata 45‴, haubica 45‴, arm. 48‴, arm. 3,3″; moździerz Stokesa 80 mm, haubica 6″, arm. okrętowa 12″; włoska armata 75 mm wz. 06 i 11, arm. 105 mm wz. 13, arm. 149 mm wz. 16, moździerz 210 mm, hb 105 mm wz. 18; japońska armata wz. 75 mm. Arisaka, 75 mm górska; belgijska armata wz. 57 mm Nordenfelda; bułgarska armata 75 mm; arm. chińska 75 mm; arm. ameryk. $1^1/_2$″ automatyczna.

WIADOMOŚCI Z PRASY OBCEJ.

Rosja.

TIECHNIKA I WOORUŻENJE — kwiecień, maj 1933 r.

1. *Obrona brzegów* — W. Grendal. O roli artylerji przy obronie brzegów we współdziałaniu z flotą i lotnictwem.

2. *Współczesna artylerja przeciwlotnicza.* Ogólne wiadomości o własnościach tej artylerji i opisy konstrukcyjne szeregu typów znanych z literatury oraz ich amunicji i pomocniczych aparatów (z obliczeń amerykańskich wynika, że wymienny rdzeń armaty kosztuje tyle, ile 100 pocisków).

3. *Odlew odśrodkowy luf działowych.* — M. Aławierdow. Znane zasady tej metody i porównanie jej z metodą odkuwania. Historja metody.

4. *Organizacja art. warsztatu pułkowego.* Szczegółowy projekt pracy w warsztacie art., dzielącym się na 3 cechy: artyleryjski, mechaniczny i specjalny. Cech artyl. ma oddziały: rozbiórki, oczyszczania, określania defektów, montowania, malowania i próbno-badawczy.

Cech mechaniczny zawiera obrabiarki; cech specjalny ma oddziały: rusznikarski, oksydowania i czernienia, optyczny, techniczny (naprawa środków łączności, saperskich, inżynierskich), chemiczny, rymarski, stolarsko-ciesielski, ślusarski, kowalski, blacharski i spawalny.

5. *O naprawie sprzętu uzbrojenia w kompanjach i baterjach.* — Jerszow. Dyskusja na temat artykułu Fomienki z numeru lipcowego 1932 r.

6. *W dążeniu ku ulepszeniom propagandy wojskowo-technicznej.* — *J.* Sotnikow. Jeden z dość licznych artykułów, spotykanych na łamach wojskowych czasopism sowieckich w tej sprawie (szczególnie w omawianem czasopiśmie).

7. *Ulepszenie artylerji w Stan. Zjedn.* — S. Surowcew. — w/g raportu szefa Dep. Uzbr. wojska ameryk. za 1932 r. (patrz W. T. Art. III/33).

TIECHNIKA I WOORUŻENJE. — czerwiec 1933 r.

1. *W sprawie osiągnięcia minimum wyszkolenia technicznego.*

2. *Motoryzacja artylerji i jej perspektywy.* — R. Saks.

Przeważające zalety artylerji zmotoryzowanej w porównaniu z „konną" są wyraźne: mniejsza możliwość rażenia ogniem nieprzyjacielskim, duża ruchliwość taktyczna umożliwiająca marsz dzienny do 150 km. Wybór jednak sposobu motoryzacji wymaga pewnej ostrożności; wprowadzenie oddziałów zmotoryzowanych i formacyj czołgowych zmieniło całkowicie taktykę walki, która wielce będzie się różniła od walki dawnej dywizji piechoty. Szybkość natarcia i manewrowania, napad na tyły, linje komunikacyjne i stacje zaopatrzenia — znoszą stopniowo pojęcia skrzydeł i frontu; taktykę działania maszyn opancerzonych można łacniej przyrównać do taktyki jednostek floty; pozostaje tu jednak ich rolą — współdziałanie i pomoc piechocie, opanowującej teren. A zatem motoryzacja artylerji musi zależeć od jej taktycznego zastosowania; jeżeli nie odpowie ona warunkom pracy oddziałów zmotoryzowanych, albo okaże się bezsilną wobec nowczesnych szyków bojowych — to wartość jej będzie znikoma.

Warunkom szybkości ruchu, zdawałoby się, odpowiada najprościej artylerja z ciągnikami, do których możnaby dostosować istniejący sprzęt. Lecz w razie napadu na kolumnę dywizyjną, dokonanego przez broń pancerną, nie jest ona w znacznie lepszem położeniu niż artylerja o ciągu końskim, chyba tylko pod względem większej odporności środków pociągowych; przejście w położenie bojowe wymaga dość długiego czasu. Skuteczną obroną w marszu służyć może tylko czołg. Na stanowisku bojowem artylerja ciągnikowa też podołać nie może wobec masowego natarcia czołgów, nawet stosując działa przeciwczołgowe, ze względu na ich ograniczoną ilość. Tu na ratunek przyjść powinny własne czołgi rzucone do przeciw-natarcia. Artylerja ciągnikowa oczywiście nacierać na czołgi nie może. A zatem ten rodzaj artylerji motorowej nie odpowiada warunkom walk nowoczesnych

Dla poparcia ataku czołgów na stanowiska umocnione, kiedy czołgi muszą mieć ograniczony kaliber swych dział ze względu na ciężar maszyn, służyć powinna artylerja motorowa im towarzysząca, mająca w rozporządzeniu większe kalibry, lecz słabsze opancerzenie. Artylerja dywizyjna i artylerja przeciwlotnicza — ze względu na wymaganą ruchliwość i szybką gotowość bojową, powinny być również montowane na podwoziach motorowych. Przewozu artylerji przeciwlotniczej półstałej dokonywać mozna zpomocą mocnych ciągników; to samo dotyczy artylerji najcięższej, przewożonej w całości lub w częściach. Artylerja lekka ciągnikowa może być stosowana tylko tam, gdzie nie grozi natarcie czołgów i dla pracy z kawalerją. W każdym razie, ponieważ taktyka i organizacja oddziałów zmotoryzowanych nie jest jeszcze opracowana ostatecznie — rozważania o motoryzacji artylerji mogą podlegać zmianom; jednak konstruktor artyleryjski musi przewidywać przyszłość i nie opierać się tylko na danych dnia dzisiejszego, lecz sięgać musi myślą conajmniej o 2 lata naprzód, aby stworzone przez niego ustroje nie okazały się zbyt prędko przestarzałemi.

3. *Artylerja związków zmechanizowanych (zmotoryzowanych).* Omawiane są zadania taktyczne artylerji służącej dla poparcia czołgów, a więc: pewność działania (siła ognia, szybkostrzelność, celność, gotowość bojowa, ogień bezpośredni i pośredni, odporność na ogień obrony przeciwczołgowej), ruchliwość (większa szybkość ruchu niż związków zmechanizowanych, jazda na przełaj, zwrotność i stateczność), uniwersalność (strzelanie do celów naziemnych i powietrznych). Warunki te wymagają: zbudowania maszyny potężnej, opancerzonej, z działem conajmniej 76 mm z celownikiem optycznym przy kątach podniesienia do $+45^0$, z rozwiniętą automatyzacją działoczynów, z mocnym i lekkim silnikiem o dużej szybkości, z ulepszonem podwoziem gąsienicowem. Zadaniem tej artylerji będzie: zwalczanie artylerji przeciwnika, zwłaszcza dział przeciwczołgowych, niszczenie środków mechanizacji, walka z samolotami. Znajdą tu zastosowanie armaty oraz haubice. Autor omawia pokrótce zastosowanie tej artylerji w marszu, w boju spotkaniowym, w natarciu i w obronie.

4. *Ciąg mechaniczny w artylerji przeciwczołgowej.* — W. Bałabanow.

Zasadniczym środkiem obrony przeciwczołgowej służy dotychczas działo, strzelające wprost, z niewielkiej odległości. Ulepszeniom tego typu dział już poświęcono w ostatnich czasach dość uwagi; istnieje szereg typów technicznie doskonałych na łożach kołowych o ciągu

konnym lub ręcznym. Działa te powinny mieć dużą szybkość początkową (przebijalność), dużą szybkostrzelność (automatyczne), szybkość celowania, odpowiedni kaliber. Zwiększenie mocy i ruchliwość wymagają zmotoryzowania tego typu działa. Autor rozważa 3 typy motoryzacji: działo wożone, działo ciągnione i działo motorowe oraz ich zalety i wady, biorąc pod uwagę, że działa te strzelają z odległości 500—800 m i muszą w ciągu 1—1,5 minut oddać 8—12 strzałów (tj. zniszczyć 2—3 czołgi), poczem stają się same celem artylerji przeciwnika, — wymagają zatem ukrycia lub zmiany stanowiska. Rozwój motoryzacji artylerji przeciwczołgowej przypuszczalnie doprowadzi do typu następującego: lekkie opancerzenie zprzodu i z boków, podwozie kołowo-gąsienicowe, szybkość jazdy 60—80 km/godz. po równej drodze, wysokość 1,2—1,5 m, kaliber do 52 mm, szybkostrzelność do 100 strzałów na minutę, zastosowanie dalocelowania.

Wnioski: zasadniczym typem powinna tu być art. motorowa kalibru 47—55 mm (kalibry poniżej 30 mm przenoszone lub przeciągane); środkiem tanim i dogodnym może być czasem przewóz działa na ciężarowych samochodach gąsienicowych (manewr taktyczny), — w najgorszym wypadku można stosować ciągniki gąsienicowe.

5. *Artylerja wożona.* — J. Chłamow. Autor opisuje sposoby przewozu we Francji, Anglji, Stanach Zjednoczonych, Czechosłowacji i Italji; zaletą artylerji wożonej jest znaczna ruchliwość strategiczna. Znajdują tu zastosowanie ciężarowe wozy samochodowe kołowe (2—3 osiowe), gąsienicowe, kołowo-gąsienicowe i wózki nośne jednoosiowe; wozy te transportują działo, przodek i ewent. ciągnik. Takiemu przewozowi podlegają działa od 75—155 mm.

6. *Artylerja samochodowa (motorowa).* Opisane są krytycznie zagraniczne typy tych dział, znane przeważnie z literatury wojskowej skądinąd. Omawiane są działa od 20—240 mm.

7. *Motoryzacja artylerji zagranicą.* Powtarzane są i rozwinięte tematy omawiane w powyższych artykułach. Nowoczesne zapatrywania taktyczne na motoryzację artylerji są następujące: działka piechoty, pracujące pod ogniem broni małokalibrowej, mogą być zmotoryzowane (ciągniki lub przewóz); łoże motorowe nie nadaje się dla działa bataljonowego, raczej dopiero dla pułkowego. Działa przeciwczołgowe przewozi się ciągiem mechanicznym, konnym lub ludzkim; łoże samochodowe nadaje się do kalibru 75 mm dla dział przeciwpanc. dywizyjnych (i oddziałów zmechanizowanych). Artylerja dywizyjna — zasadniczo posiada działa o pociągu końskim, lecz gdzieniegdzie zaczynają ją motoryzować (Francja, Stany Zjednoczone). Artylerja kor-

puśna i armji — zasadniczo jako ciągnikowa, ewent. też samochodowa. Artylerja Naczelnego Dowództwa ze względu na wymaganą ruchliwość strategiczną powinna być całkowicie zmotoryzowana. Artylerja przeciwlotnicza ma mieć ciągniki lub łoża motorowe; podobnież dotyczy to dział towarzyszących oddziałom zmotoryzowanym (łoża motorowe).

8. *Nowoczesne działa korpusowe.* — gen. Challéat (według Revue d'Artillerie), p. recenzja: „Przegl. Art. V/43, str. 518.

9. *Karabin strzelca wyborowego.* — W. Markiewicz. Omawiane są celowniki optyczne (lunetki celownicze).

10. *Przyrządy optyczne do karabinów.* — K. Juszin. Zalety zasadnicze celowników optycznych w porównaniu ze zwykłemi polegają na dokładności i szybkości celowania (właściwie przezierania), nie biorąc pod uwagę martwych ruchów mechanizmów, oraz — na lepszych warunkach widoczności celu. Wobec tych zalet celowniki optyczne na kb. i km. bardzo się rozpowszechniły w ostatnich czasach we wszelkich krajach, pomimo szeregu wad charakteru taktycznego i wytwórczo-ekonomicznego, jako to: stosunkowo małe pole widzenia, możliwość łatwego zepsucia, duży ciężar i większy obrys, drogi wyrób. Dokładność celowania nie może być oczywiście idealną, chodzi jedynie o zmniejszenie rozrzutu do możliwych granic: przyrząd celowniczy jest zadawalający, jeżeli błędy przezierania nie przekraczają 10% rozrzutu od innych przyczyn; z czego wynika, że średni błąd przezierania nie może przewyższać 0,44 prawdopodobnego uchylenia (w miarze kątowej) [1]. Autor oblicza z tabel strzelniczych k. m. Maxima, pocisk ciężki wz. 30, że dla odległości od 100—2500 m, średni błąd kwadratowy nie powinien przewyższać 6—7"; tymczasem przy celowaniu gołem okiem (według doświadczeń profesora Stampfera) błąd taki wynosi 45—150"; a przy użyciu przyrządów optycznych — 15"/A—50"/A, gdzie A jest powiększeniem. Z powyższych rozważań wynika, że celownik przy k. m. Maxima jest przyrządem zbyt mało precyzyjnym i wymaga zamiany na celownik optyczny z dwukrotnem conajmniej powiększeniem. W razie ognia *pojedyńczemi strzałami* ze sprawdzaniem wycelowania po każdym strzale, — błędy celowania będą przypadkowemi, wpływającemi na skupienie strzałów; a im większa będzie dokładność celownika, tem mniejszy będzie wpływ tej przyczyny. I tutaj właśnie dokładność celownika ma bardzo duże znaczenie (kb. strzelecki powinien posiadać zatem celownik optyczny, zwłaszcza karabin strzelca wyborowego). Przy ogniu *krótkiemi gru-*

---

[1]) p. P. Gelwich „Strielba" cz. II.

pami, przy sprawdzeniu wycelowania po każdej grupie — błąd celowania dla każdej grupy jest wielkością stałą, i gdyby nie było przyczyn dodatkowych, zwiększających rozrzut (poddawanie się terenu, drganie k. m. i podstawy, osadzenie podnośnicy i t. p.), skupienie strzałów każdej grupy byłoby lepsze niż przy strzałach pojedyńczych. Przy serji złożonej z kilku grup, błąd celowania staje się błędem przypadkowym, zwiększającym rozrzut całej serji. W razie *ognia ciągłego* błąd celowania dla całej serji jest wielkością stałą i chociaż z czasem rozrzut wzrasta, lecz stosunkowy wpływ błędu celowania na ogólny rozrzut — maleje; rola zatem dokładności celowania nie jest tu tak ważna (co jeszcze wyraźniej się ujawnia przy ogniu do pola). Wskutek martwych ruchów mechanizmów celowniczych i niedokładnego zgrywania rys wskaźnikowych, powstają *błędy nastawienia,* które w celownikach zwykłych są stosunkowo małe: 6"—10" (a np. w dwukrotnym kątomierzu panoramowym martwe ruchy dają dozwoloną różnicę 1', zgranie rys — też 1'). Doświadczalnie sprawdzono, że błąd celowania (jako wynik błędów przezierania i nastawiania) w kb. 7,62 mm, przy zastosowaniu dwukrotnego celownika optycznego, jest 3—4 razy mniejszy do błędu przy celowniku zwykłym. Użycie celownika optycznego mniej męczy oko (zgrywanie 2-ch punktów, różnej odległości zamiast 3-ch) i przyśpiesza celowanie. [2]) Wady celowników optycznych przedstawiają się w rozważaniu więcej szczegółowem jak następuje: przy 2—2,5-krotnem powiększeniu pole widzenia nie przekracza 16—20^0, podczas gdy w celownikach otwartych sięga do 180^0. Cienkie ścianki przyrządów optycznych i ich szkło łatwo ulegają zepsuciu, a układ optyczny jest czuły na wstrząsy; wilgoć i kurz ujemnie wpływają na dokładność widzenia (przezroczystość szkieł). Naprawa wymaga odesłania do warsztatów. Ciężar celownika optycznego dla kb. wynosi 500—700 g, a dla k. m. — 1—5 kg. Konieczność precyzyjnego wyrobu złożonych mechanizmów podraża cenę.

Pomimo wszystko celowniki optyczne zdobywają sobie prawo obywatelstwa w świecie sprzętu uzbrojenia coraz to więcej; — bo np. ogień pośredni k. m. jest niemożliwy bez celownika optycznego.

11. *Karabin maszynowy S2 — 200 Solothurn* (według „Wehr und Waffen" I/33 r.). Dokładny opis i krytyka konstrukcji.

12. *Walka z zapoceniem szkieł maski przeciwgazowej.* — P. Kupczyński.

---

[2]) p. „Przyrządy celownicze, niezależny celownik, niezależna linja celownicza" Przegl. Art. 1933. str. 204.

13. *Pielęgnowanie broni palnej w obozach letnich.* Nie trzeba chyba dowodzić, że w obronie kraju doniosłą rolę odgrywa stała zdatność bojowa broni oraz przyrządów do prowadzenia ognia i do obserwacji. Wyniki strzelań (w piechocie i artylerji) bywają owocne nie tylko dzięki przygotowaniu strzeleckiemu. lecz zależą też w dużej mierze od jakościowego stanu przedmiotów uzbrojenia. Na sprawę konserwacji i naprawy broni zwrócono w Rosji szczególną uwagę, zwłaszcza udziela się dużo uwagi obchodzeniu się z bronią na ćwiczeniach letnich i wprowadzono „stopnie" nietylko za wyniki strzelania, lecz i za pielęgnowanie broni. Artykuł podaje *szczegółowe wskazówki,* dotyczące pielęgnowania broni małokalibrowej, sprzętu artyleryjskiego, przyrządów celowniczych i obserwacyjnych oraz uprzęży; omawia przechowywanie broni i amunicji i działalność warsztatów polowych.

14. *O wojskowo-technicznej propagandzie w obozach letnich.* — W. Woronin.

15. *Rakieta niem. inż. Tillinga* — była demonstrowana na lotnisku Tempelhof pod Berlinem. Rakieta zbudowana z glinu, długości 2,7 m, ma 4 skrzydełka ogonowe. Użyty w modelach środek popędowy — był to proch o specjalnym składzie; palenie trwało 2 minuty; rakieta mieści około 20 kg paliwa, co zapewnia lot na odległość 7 km (w modelu użyto 5 kg paliwa, a rakieta wzniosła się na 800 m i spadła w odległości 360 m). Przy spadku rakiety wysuwają się 2 poprzeczne skrzydła dodatkowe, miarkujące spadek. Skrzydła rakiet nie są symetryczne, skutkiem czego rakieta spada po linji śrubowej. Jakoby wynalazca zbudował dużą rakietę z duraluminium sterowaną falami radjowemi, o paliwie płynnem (gazolina).

16. *Bibljografja motoryzacji i mechanizacji* z prasy zagranicznej za lata od 1930 do stycznia 1933 r.

TIECHNIKA I WOORUŻENJE, — lipiec 1933 r.

1) *Zasadnicze zagadnienia współczesnego systemu uzbrojenia strzeleckiego.* — A. Błagonrawow.

Technika wojenna rozwija się równolegle do techniki ogólnej, i broń staje się również doskonalsza, jako środek zniszczenia. Olbrzymie postępy techniki w dwóch ostatnich stuleciach doprowadziły do nadzwyczajnej mocy broni palnej. Jednocześnie zmieniło się szybko uzbrojenie, jako suma środków technicznych, któremi włada wojsko. Każdy postęp techniki odbija się na systemie uzbrojenia, razem z nim

zmienia się taktyka, i następnie wynikają nowe potrzeby zmuszające do dalszych udoskonaleń broni. Chociaż ze względu na zwiększenie technicznych środków piechota ilościowo uległa zmniejszeniu, jednak dotychczas jeszcze stanowi ona najliczniejszy rdzeń sił zbrojnych, — co pociąga za sobą masowość wyrobu dla niej broni na wielką skalę (w 1914 r. wojsko rosyjskie miało 4.652.000 kb., w czasie wojny zapotrzebowanie wyrobu wzrosło do 17.000.000; ilości nabojów kb. sięgają do setek miljonów miesięcznie).

Wyrób masowy charakteryzuje się unifikacją typów i zamiennością ich części. Każdy typ broni wymaga specjalnego przystosowania urządzeń fabrycznych (maszyn, narzędzi, uchwytów, sprawdzianów). Broń nowoczesna jest wszak maszyną złożoną (kb. ma 106 części, k. m. — 282 części, podstawa do k. m. — 126 części), a każda część wymaga dziesiątków operacyj. System uzbrojenia jest tem dogodniejszy im jest prostszy, obejmujący mniej różnorodnych przedmiotów, im mniejsze wykazuje różnice w konstrukcji i wykonaniu różnych przedmiotów uzbrojenia; czyli im broń jest więcej uniwersalna, co specjalnie ważną jest cechą dla broni małokalibrowej ze względu właśnie na jej wyrób masowy. Zrealizowanie powyższej zasady widzimy np. w ujednostajnieniu kalibru karabinów (co również ułatwia zaopatrzenie, wyszkolenie, kierownictwo walką). W XIX stuleciu uniwersalną bronią piechoty był karabin z określonym nabojem, zaopatrzony w bagnet. Taktyka piechoty odbiła się w znanem powiedzeniu Suworowa, stawiającego bagnet wyżej od pocisku. Gdy zjawiła się potrzeba zwiększenia siły ognia, powstał karabin maszynowy Chirama Maxima; broń automatyczna uczyniła „ogień" czynnikiem decydującym w walce (gęstość ognia, donośność); dążenie do zwiększenia ruchliwości broni automatycznej — doprowadza do stworzenia r. k. m., co jednak obniżyło celność i moc ognia (przerwy dla poprawienia wycelowania, rozgrzewanie się lufy chłodzonej powietrzem). System uzbrojenia piechoty skomplikował się, a na podstawie doświadczeń wojny światowej każdy rodzaj broni zajął swoje miejsce pod względem rozwiązywania specjalnych zadań ogniowych; powstał również rozdział zastosowania pod względem donośności: ckm — na dalekie odległości; rkm — na średnie, kb ręczny — na bliskie. Nastąpiło również różniczkowanie amunicji pod względem ciężaru: ciężkie pociski donoszą do 5 km. Walka z flotą powietrzną, samochodami pancernemi i czołgami wysunęła nowe zadania dla broni piechoty (szybkobieżne cele, ruch w 3-ch wymiarach, duże kąty podniesienia, przebijalność pancerzy); powstały pociski pancerne, zapalające, smugowe i t. p. Broń zaś znalazła nowe warunki

zastosowania: na samolocie, na czołgu (ruchy celów i broni, ograniczoność miejsca). Z musu broń komplikowała się dalej i różniczkowała; dążyć jednak należy do możliwej uniwersalności i przez to do zmniejszenia ilości typów.

Indywidualną bronią piechoty jest dziś jeszcze ***karabin ręczny*** do walki na bliskie odległości (400 m.), który w użyciu grupowem może działać skutecznie i na odległości znacznie większe. Jednak ze względu na wymaganą szybkostrzelność karabin magazynowy staje się bronią przestarzałą i wszyscy dążą do wprowadzenia na uzbrojenie kb. półautomatycznego (samoładującego); dalszy etap stanowić powinna broń całkowicie automatyczna (samopalna). Cechy ujemne, jak: złożoność konstrukcji, zwiększenie ciężaru, przerywany ogień celem ostudzenia lufy i poprawek w celowaniu — są technicznie do usunięcia. Aby obniżyć ciężar, należałoby zgodzić się na obniżenie pewnych właściwości balistycznych broni, — stąd powstała myśl zastąpienia karabinu pistoletem maszynowym (Ritter w Niemczech) lub zautomatyzowaniem broni istniejącej (Springfield w Stanach Zjedn., wkładka zamkowa Pedersena). Ta droga ewolucji ogranicza jednak karabin do działalności na bliskie odległości. Utrzymanie ciężaru *kb automatycznego* w granicach 3 kg jest zupełnie możliwe w obecnym stanie techniki. Szereg ulepszeń konstrukcyjnych tej broni (np. podpórka) zwiększa jej celność i w tym kierunku nie ustępuje ona r. k. maszynowemu. Podczas gdy r. k. m. nagrzewa się do 400^0 po oddaniu 200 strzałów, kb aut. dosięga tej temperatury już po 70 strzałach; pod względem nasilenia ognia r. k. m. może być zastąpiony przez 3—4 kb automat. Rozwój *r. k. m.* idzie w 2-ch kierunkach: zmniejszenie ciężaru do pewnych granic i uproszczenie konstrukcji. *L. k. m.* posiadają lekką podstawę i mało się różnią konstrukcyjnie od r. k. m.; ciężar ich wynosi 10—15 kg, stateczność nieduża, nasilenie ognia ograniczone pojemnością magazynu i rozgrzewaniem się lufy. Udatne rozwiązanie amortyzacji odskoku zwiększyłoby stateczność. W *c. k. m.* (ponad 30 kg) dąży się również do zmniejszenia ciężaru i do uniwersalności podstawy (do celów naziemnych i powietrznych). System uzbrojenia komplikują jeszcze więcej *k. m. specjalne,* umieszczane na czołgach i samolotach. ***Pistolet i rewolwer*** są bronią pomocniczą i zadań bojowych nie spełniają. Walka z flotą powietrzną i pancerną stworzyła *n. k. m.* (kalibru 12—13 mm) i kb przeciwczołgowe (o dużej mocy). W k. m. dla dalszych donośności używa się *ciężkich pocisków.*

Potęga ognia piechoty zwiększyła się w dwójnasób (dywizja piechoty z 1914 r. oddać mogła w ciągu 1 minuty — 102.000 strzałów, dziś może dać 215.000, nie licząc n. k. m. i artylerji piechoty).

Tak się przedstawiają drogi rozwoju broni małokalibrowej.

2. *O zwiększeniu mocy broni palnej ręcznej.* — R. Achszarumow.

Autor przytacza oceny prac inż. Gerlicha ze stanowiska praktycznego zastosowania tej zasady do broni wojskowej i myśliwskiej. Należy tu odróżniać broń typu myśliwskiego t. zw. „Halger 280 H. V. Magnum", mającą nadcięte pociski: 6,48; 9,40; 11,65 g i szybkości wylotowe do 1190 m/sek. z zastosowaniem celownika optycznego Zeissa (p. Army Ordnance Nr. 60/30 r.) [1]) — od broni przeciwpancernej o wielkiej szybkości początkowej. Jak wiadomo, rozważania Gerlicha spotkały się z ostrą krytyką gen. Rohnego (Zeit. Schiess u. Sprengstoffwesen XII/31),[2]) lecz znalazły one potwierdzenie w doświadczeniach amerykańskich (Army Ordnance Nr. 71/32). Gen. Challéat (Rev. d'Inf. VI/32), biorąc pod uwagę wynalazek Gerlicha, omówił sprawę „przebijalności pancerzy". Płk. Fischer zaś (Milit. Woch. Nr. 14/31-32 r.) odnosi się do tej sprawy z pewnem niedowierzaniem. Wreszcie sam wynalazca energicznie zareplikował w czasopiśmie „Army Ordnance" (I/II-33).[3]) Autor przytacza próby niemieckiego inż. Puffa w Anglji w 1907 r. ze stożkowemi przewodami luf (dane liczbowe konstrukcyj); jeszcze dawniej tę ideę propagował francuz Prout (w 1872 r.), a następnie ros. wynalazca Druganow (1906 r.). W każdym razie doświadczeń Gerlicha nie można lekceważyć, bo wpłyną one silnie na przyszłość broni małokalibrowej.

3. *Drogi dalszego rozwoju donośności pocisku.* — G. Wentzel.

Omawia warunki zwiększenia donośności pocisków kb, wynikające z wartości spółczynnika balistycznego.

4. *Uniwersalne podstawy do k. m.* — A. Zinowjew. Podstawy do ognia przeciwlotniczego do k. m. Maxima, Vickers-Berthiera, Madsena, Hotchkissa. Opisy i rozbiór krytyczny.

---

[1]) p. Przegl. Artyl. 1930 r. tom XII, str. 343, i 1931 r., tom XIII, str. 256.

[2]) p. Przegl. Art. 1932 r., tom XIV, str. 255.

[3]) p. Wiad. Techn. Uzbr., październik 1933 r., str. 118.

5. *Pistolet maszynowy.* — N. Blinczikow. Pistolety: Bergman wz. 15, Thompson, Suomi, Rewelli, Volmer, Walter i t. d. Konstrukcja i zastosowanie.

6. *Karabiny maszynowe lotnicze.* — Górewicz. Rodzaje i typy (Vickers, Browning, Breda, Gast).

7. *Ostatnie zmiany w kb. 7,62 mm wz. 91/30.* — J. Filin.

8. *Analiza roentgenowska nabojów małokalibrowych.* — Anisimow i Lewitski.

Badanie przy pomocy zdjęć roentgenowskich wykrywa utajone błędy fabrykacji. Autorzy przytaczają przykłady porównawcze zdjęć profilowych całych nabojów lub zdjęć łusek ze spłonkami — od strony dna. Zdjęcia te uwydatniają wyraźnie takie błędy, jak niedokładność wyrobu łusek, niejednostajność masy piorunującej (co powoduje niewypały), skrzywienia i niejednostajność pocisków; porównywane są pociski wyrobu krajowego (W; P. T. T.; P. T. W.) z lat ostatnich z zagranicznemi (niem. i franc.), z czego wynikają poważne stosunkowo braki nabojów rosyjskich.

Drugi sposób badania — to analiza struktury. Roentgenogramy wskazują tu na stan przewalcowania, tłoczenia, na ziarnistość i układ naprężeń wewnętrznych. (zgrubienia, zgęszczenia, węzły, promienie). I tu doświadczenia dowiodły, że łuski wyrobu krajowego mają wiele niedomagań.

9. *Zasadnicze wymagania przy projektowaniu broni małokalibrowej.* — A. Sidorenko. Dla początkujących konstruktorów i wynalazców. W literaturze niema prawie materjałów dotyczącyh zasad projektowania broni małokalibrowej,[4]) należałoby zatem choć pokrótce wyłożyć te zasady, broń bowiem palna różni się znacznie w swej pracy od mechanizmów, spotykanych w maszynoznawstwie ogólnem.

Często pewne ideje wynalazcze nie dadzą się tutaj zastosować, bo doprowadziłyby do zbyt złożonych ustrojów, posiadających ujemne cechy, dotyczące wytwórczości lub przeznaczenia służbowego. Projektowaniem nazywa się stworzenie mechanizmu według zadanych lub planowanych zgóry celów, przez określenie kształtu szczegółów, ich wymiarów oraz przez wskazanie materjałów, odpowiadających pod względem wytrzymałościowym przewidywanej pracy. Należy więc posiadać potrzebne wiadomości ogólno-techniczne oraz specjalne, do-

---

[4]) p. Fiedorow. „Principy ostirowanja czertieżej striełkowawo oružja i pulemiotow".

tyczące danego typu mechanizmu, w omawianym wypadku — broni palnej małokalibrowej — aby stworzyć nowy typ tej broni. Pewna konstrukcja może być rozwiązana wielorako, — chodzi o umiejętny dobór schematu konstrukcji i wybór najlepszego warjantu, prawidłowego pod względem kinematycznym (współdziałanie części).

Aby projektować broń palną, należy znać dokładnie istniejące już systemy, zasady ich budowy i klasyfikacji oraz ich braki, — aby stworzyć broń więcej doskonałą, odpowiadającą wszelkim wymaganiom, jak współczesnej techniki wytwórczej, tak i zastosowania taktycznego. Czynniki zatem, na których należy się opierać przy projektowaniu broni małokalibrowej, są:

1) Znajomość sprzętu istniejącego, aby wykorzystać uznane zalety konstrukcyjne. Poznanie sprzętu polega na umiejętności jego rozbiórki i składania, na analizie działań mechanizmów (schematy) w szczególności zaś na zbadaniu typu broni (automat. czy nie), ogólnej zasady działania, konstrukcji zamka, sposobu ładowania, oddania ognia, zabezpieczeń, połączenia lufy z komorą zamkową, ruchów odrzutu, ciężaru, danych balistycznych, prostoty wyrobu. Szczególną uwagę należy zwrócić na sprawę bezpieczeństwa i niezawodności działania.

2) Warunki techniczne służą podstawą projektu; należy je zbadać szczegółowo, określić stopień możliwości ich spełnienia (trudności, drogi wykonania), łącząc harmonijnie sprawy wytrzymałości, ciężaru, wykonania; wydobyć należy zagadnienie główne i do niego stosować warunki pozostałe.

3) Wymagana balistyka broni pociąga za sobą warunki wytrzymałościowe. Opierać się tu można na przybliżonych wzorach Heidenreicha, oznaczając przez p — ciężar pocisku, W — ciężar ładunku, S — przekrój przewodu lufy, L — długość drogi pocisku w lufie, V_0 — szybkość początkową, Lm — długość drogi pocisku w lufie do miejsca największego ciśnienia; Pm — najwyższe ciśnienie.

Średnie ciśnienie $P_{śr} = \frac{p + W/2 \; V_0^2}{2 g \; S \; L}$; $P_{śr} / P_m = \eta$; $L_m = \Sigma(\eta)$.

Od początku wystrzału do chwili powstania największego ciśnienia przebiega czas $t = \frac{2 L \Theta(\eta)}{V_0}$; czas trwania wystrzału $t_0 = \frac{2 L \, T(\eta)}{V_0}$; ciśnienie wylotowe $P_g = P_{śr} \, \Pi(\eta)$.

Funkcje Σ, Θ, T, Π podane są w tabeli dla różnych η od 0,3—0,7.

4) Niezawodność działania jest podstawą konstrukcji broni, bo zacięcie w walce — to śmierć. Należy zatem rozpatrzeć wszelkie niekorzystne warunki pracy (zabrudzenie, zardzewienie), wziąć pod uwagę konieczną prostotę budowy, aby bez specjalnych narzędzi można było manipulować i usuwać zacięcia, i aby nie było zbyt wiele części drobnych. Części podlegające działaniu dużych sił muszą być specjalnie sumiennie przeliczone (lufa, zamek, komora zamkowa).

5) Prostota wyrobu i wykorzystanie metalu. Nie jest rzeczą łatwą zaprojektować mechanizm nieskomplikowany, który wykonałby należycie zadaną pracę. A od prostoty zależy cena, pewność działania, łatwiejsza pielęgnacja i manipulowanie, łatwość wyrobu masowego. Pierwszy pomysł może nie być bardzo prostym, lecz stosując różne warjanty należy starać się go upraszczać. Wykorzystanie materjału oznacza dążenie, aby nie marnować metalu tam, gdzie nie trzeba; nie powinno się np. dla przedmiotu ważącego 4—7 kg pociąć 30—80 kg tworzywa. Wchodzą tu pod rozwagę metody wyrobu.

6) Procesy technologiczne i ich instalacje. Należy je znać, aby uniknąć błędów w konstrukcji (odlewy, hartowanie) i zbytniej drożyzny wyrobu.

7) Rozbieranie i pielęgnowanie. Należy uwzględnić łatwość składania i rozbiórki broni w polu; jedynym „instrumentem" powinien być nabój. Utrzymywanie broni w należytym porządku nie powinno wymagać wielu przyborów. Mechanizmy powinny być zabezpieczone od zanieczyszczeń.

8) Kształt zewnętrzny — został w zasadzie ustalony praktyką i doświadczeniem; odpowiadać on powinien dogodności wszelkich z nim manipulacyj.

9) Porządek pracy konstruktora. Na podstawie wymagań technicznych opracowuje się schemat zasadniczy mechanizmu; poczem możliwie upraszcza się go (zmniejszając ilość części przez to, że pewne części wykonywują różnorodną pracę w różnych momentach swego ruchu); opracowuje się kształty części i oblicza ich wymiary; z tego wynika schemat przestrzenny rozbity na fragmenty; bada się kinematykę części, biorąc pod uwagę również warunki pracy i wszystkie wyżej wymienione czynniki. Rysunki robocze wymagają ponadto ustalenia luzów i tolerancyj przy zestawieniach.

10) Normalizacja (standardyzacja) rysunków; dotyczy ona formatów rysunków, umownych znakowań, ustalenia wielkości wymiarów (np. znormalizowanych średnic, zaokrągleń znaków dziesiętnych).

10) *Nowe metody wyrobu sprzętu artyleryjskiego w Stanach Zjednoczonych.* — W. Barinow.

Życie wysunęło konieczność szybkiego wzrostu mocy artylerji, stąd wynikają dla konstruktora sprzętu coraz to trudniejsze zadania na polu opracowania ustrojów potężnych, ale dostatecznie ruchliwych. Wyrób sprzętu komplikuje się, jak ze stanowiska mechanicznego, tak i metalurgicznego. Konstrukcję, odpowiadającą zadawalająco wymaganiom jej służby, należy przepracować z punktu widzenia jej wytwórczości; nowe metody wyrobu, rozwijane obecnie, ułatwią w tym względzie zadanie konstruktora. Do nowych metod wyrobu dział należy zaliczyć: rdzeniowanie wymienne, odlewy odśrodkowe, samoczynne wzmocnienie, spawanie łóż. Wobec braku długoletnich doświadczeń sprawa zastosowania tych czy innych z powyższych metod nie jest jeszcze ostatecznie zdecydowana w ogólnym przemyśle uzbrojeniowym. Autor przytacza zapatrywania na te metody specjalistów amerykańskich oraz stan tych spraw w Ameryce.

a) Wymienne rdzenie używa się w Ameryce od kilku lat w arm. 75 mm polowych i plotn., a następnie i w kalibrach większych. Jednak doświadczenie wykazało, że opłaca się takie rdzeniowanie tylko w kalibrach większych rozmiarów, ze względu na zbyt duży koszt instalacyj, wyrobu, materjału i obróbki. Mniejsze kalibry należy odnawiać przez zamianę całej rury rdzeniowej.

b) Istnieją 3 typy maszyn odlewniczych: do hb 75 mm; do arm. 75 mm i hb 105 mm; do arm. 75 mm plotn., hb 155 mm i innych. Obecnie dążą do zunifikowania tych maszyn i taki typ wspólny zbudowano. Maszyna składa się z prawie poziomej oprawy (pod kątem 5—7°) i formy żeliwnej obracających się razem szybko. Stal pochodząca z pieca elektr. wlewa się do formy. Dla luf małych kalibrów szybkość obrotu jest stała aż do zastygnięcia, dla dużych kalibrów — szybkość tak się zmienia, aby ciśnienie było stałem (np. dla arm. 75 mm plotn. zaczyna się odlew przy 500 obrotach, a kończy się przy 1310 na minutę); obróbka mechaniczna sięga od strony wewnętrznej na 15—20 mm wgłąb ścianek, od strony zewnętrznej 7—15 mm (usunięcie szlaku, rys. i t. p.). Odlew lufy bada się makroskopowo oraz ewent. zdjęciami Baumanna.

Cechy wytrzymałościowe takich luf były następujące:

	Gran. prop. kg/mm³	Gran. wytrz. kg/mm	wydłużenie %	Charpy kgm.
arm. 75 mm od strony zamka	40	58	27	6,45
" " " " " wylotu	40	60	18	6,74
hb. 75 mm " " zamka	43	57	20	6,10
" " " " " wylotu	48,5	62	22	5,25

Termiczna obróbka tych odlewów polega na chłodzeniu na powietrzu od 950° C, wyżarzaniu przy 850°, hartowaniu w wodzie przy 850° i wyżarzeniu powtórnem przy 690° lub na dwukrotnem hartowaniu przy 850° i chłodzeniu w powietrzu od 710°. Metal ścianek jest gęstszy od metalu luf zwykłych i dlatego wytrzymalszy. Metoda ta daje, jak wiadomo, oszczędność na czasie i tworzywie. Maszyn do odlewów odśrodkowych używa się też w przemyśle cywilnym dla wyrobu rur, przyczem forma posiada wykładzinę z piasku, gliny i tłuczonej cegły ogniotrwałej.

c) Samoczynne wzmocnienie czyli „zimna obróbka pod ciśnieniem". W metodzie amerykańskiej stosuje się obsady i obróbkę jednoczesną całej długości lufy. Wymagane cechy materjału przed operacją: gran. prop. — 38 kg/mm², gran. wytrzym. — 58 kg/mm², wydłużenie 16—18%, Charpy — 3,6 kgm. (próbkę o średnicy 0,5" rozrywa się szarpnięciem). Zwiększenie średnicy wewnętrznej lufy doprowadza się do 6% (bywały próby z powiększeniem do 40%). Po samowzmocnieniu pod ciśnieniem 7100 atm., lufa hb. 75 mm z odkształceniem średnicy wewnętrznej do 40% wykazała: gran. prop. 64 kg/mm², gran. wytrzym. — 74 kg/mm², wydłużenie 11% (gran. prop. na ściance wewnętrznej 64, na zewnętrznej 41 kg/mm²). Stosowanie monobloków samoczynnie wzmocnionych jest nieekonomiczne. Metodę tę stosuje się również w przemyśle cywilnym przy wyrobie form odlewniczych (te same instalacje!).

d) Spawanie łóż. Od 2-ch lat przyjęta została ta metoda jako normalna. Poszczególne części tnie się płomieniem acetylenowym (kontury krzywolinijne) lub na nożycach prasowych (kontury prostolinijne), poczem umocowuje się je w odpowiedniem położeniu w odnośnych imadłach, gdzie podlegają one spawaniu tymczasowemu z umieszczeniem gdzie trzeba rozpór; po sprawdzeniu całego montażu odbywa się

spawanie ostateczne. Węzły mniej odpowiedzialne spawa się przy użyciu zwykłego elektrodu metalowo-węglowego (115 amp. 20 wolt), węzły ważniejsze — przy pomocy t. zw. elektrodu opanceroznego (110 amp., 30 wolt). Miejsca spawane są słabsze od metalu jednorodnego o 3—15%. Szew spawany wzdłuż bywa ciągły lub przerywany. Po spojeniu przedmioty podlegają jednostajnemu wyżarzeniu z uwzględnieniem uniknięcia spaczenia. Miejsca spawane czyszczą się strugą piasku i kontrolują na oko oraz promieniami Roentgena (miejsca więcej odpowiedzialne), ponadto odbywa się okresowe badanie próbek na wytrzymałość (Charpy) i okolic szwu na twardość (Rockwell). Zakłady Westinghouse badają ponadto spawane miejsca opukiwaniem i rozkładem linij pól magnetycznych.

e) Unifikacja artylerji polega na ujednostajnieniu typów broni i amunicji, mechanizmów i części ustrojów oraz tworzyw. W dziedzinie sprzętu art. doprowadziło to do tworzenia typów uniwersalnych (do kilku przeznaczeń). Normalizacja tworzyw opiera się na tworzywach przemysłu cywilnego (łoże am. 75 mm plotn. składa się z materjałów rynkowych: blacha ze stali niklowej, stal węglista, bronz manganowy). Dep. Uzbr. dąży do tego, aby zbrojownie rządowe wykonywały tylko części wymagające specjalnych warunków wykonania, montaż całości i badanie wyrobów i zespołów — resztę powinien wykonać przemysł prywatny.

11) *Drogi rozwoju przemysłu amunicyjnego.* — J. Rudin.

Przed wojną i w czasie wojny światowej normalna metoda wyrobu skorupy pocisków była następująca: blok otrzymany z pieca Martina w odlewnicy odcina się od góry na długości 25—30%, celem usunięcia jamy usadowej i od dołu 2 — 4% (zanieczyszczenia), poczem podgrzewa się i przepuszcza przez walce, — w ten sposób otrzymuje się t. zw. rygle o przekroju kwadratowym lub okrągłym. Rygle te tnie się na odpowiednie klocki, nagrzewa do 1080° i poddaje się dwóm operacjom: tłoczeniu i przeciąganiu; wreszcie skorupy podlegają obróbce mechanicznej. Całkowity czas wyrobu w ten sposób trwa 4—5 miesięcy.

Gdy w czasie wojny okazał się poważny brak pocisków, postarano się przyśpieszyć ich wyrób, stosując różne krócej trwające metody wytwórczości. A więc we Francji wytaczano pociski z klocków, co jednak doprowadziło do nieudatnych wyników (pękanie pocisków w lufie); następnie tamże i w inych krajach (Niemcy, Rosja) zastosowano żeliwo staliste (odlewy mechanicznie obrabiane); pociski

takie są o grubych ściankach, a więc mniej pojemne i wywołują one szybkie zużycie się luf.

Obecnie dążą do stworzenia całkiem nowych metod wyrobu pocisków. Uniknięcie tłoczenia przedstawia metoda otrzymania pocisków z rur bez szwu; na uniknięcie tłoczenia pozwala również — metoda odlewów odśrodkowych.

Pocisk z rur wykonywa się w ten sposób, że odcinek rury zwęża się ostrołukowo u góry w prasie, a w dolnej części rury wkręca się dno, (głowica pocisku może być również przykręcana). W metodzie amerykańskiej dno wytwarza się ze ścianek rury w prasie na gorąco, wytacza się przytem niewielki otwór środkowy w dnie, wkręca się w niego korek metalowy i roztłacza się go na zimno, poczem zwęża się głowicę i odsyła do mechanicznej obróbki na powierzchni zewnętrznej.

Do wyrobu metodą odlewu zwykłego używa się żeliwa stalistego (z Martina, Bessemera, pieca elektr. lub kopulaka) o składzie: C — 2,48 — 3,03%; Mn — 0,59 — 1,04%; Si — 0,31 — 2,72%; P — 0,03 — 0,09%; S — 0,11 — 0,24%. Ziemia formierska i wykonanie rdzenia grają tu ważną rolę. Pociski te wymagają tylko mechanicznej obróbki zzewnątrz; są one 2 razy tańsze od stalowych; szybkość wykonania o wiele przewyższa wyrób pocisków tłoczonych. W działaniu kruszącem ustępują stalowym, w działaniu odłamkowem jakoby nie ustępują tamtym. Odlewy zaś odśrodkowe jeszcze więcej upraszczają wykonanie, dają one materjał o lepszych cechach niż odlewy zwykłe. O tej metodzie były dość szczegółowe opisy w literaturze.

12) *Artylerja morska przeciwko łodziom podwodnym.* — A. Trawiniczew. Doświadczenia z wojny 1914—18 r.

13) *Karabiny małokalibrowe:* a) amer. system Marlin, kalibru 0.22", automat. na 6 nabojów, z ogniem bocznym; dla celów sportowych, ćwiczebnych lub myśliwskich.

b) amer. system Savage, kalibru 0,22", na 5 nabojów; elaboracja pocisków w łuskach z ogniem środkowym — sposobami domowemi.

14) *Przecieranie luf łańcuszkiem aluminjowym.* — W. Markiewicz. Łańcuszek ten używa się zamiast sznurka w razie braku stempla.

W. V.

SPRAWOZDANIA I RECENZJE.

BADANIA OPORÓW, WZBUDZANYCH PRZEZ POCISKI W POWIETRZU PRZY SZYBKOŚCIACH BALISTYCZNYCH MNIEJSZYCH ORAZ RÓWNYCH I WYŻSZYCH NIŻ SZYBKOŚĆ DŹWIĘKU. — Inż. F. Burzio. (Riv. di Artil. e Genio. IX—X/31 r.).

Autor ogłosił w numerach z czerwca 1928 i 1929 roku w temże czasopiśmie rezultaty prób, przeprowadzonych z pociskami, poruszającymi się z szybkością mniejszą niż szybkość dźwięku, przyczem w pierwszej części podał rezultaty prób z pociskami, których oś była styczna do toru, w drugiej zaś części próby były przeprowadzone z pociskami o osi nachylonej do stycznej do toru pod kątem 11^0. W roku 1931 w numerze z września—października autor ogłosił trzecią część swoich badań przy szybkościach równych i większych niż szybkość dźwięku.

Ponieważ dotychczas nie podawaliśmy streszczeń tych artykułów z roku 1928 i 1929, więc obecnie zamieszczamy wszystkie trzy części.

CZĘŚĆ I.

W laboratorjum aerodynamicznem Królewskiej Szkoły Inżynierji w Turynie autor przeprowadził próby z modelem pocisku 75 mm wz. 1906, określając opory, wzbudzane tym pociskiem w strumieniu powietrza, poruszającego się w tunelu z szybkością około 50 m/sek. Autor otrzymał szereg danych, które, nie mając bezpośredniego znaczenia dla artylerji z powodu zbyt niskiej szybkości, przy jakiej były określone, miały jednakże tę wartość, że odzwierciadlały warunki ruchu prostolinijnego, spotykanego w artylerji i posłużyły z te-

go powodu do porównania z danemi, otrzymanemi następnie przy szybkościach wyższych, lecz w ruchu nie prostolinijnym, a kołowym.

Ruch po torze kołowym osiągnięto na specjalnym aparacie. Aparat składa się z motoru, na którego osi osadzone jest ramię z umieszczonym na końcu modelem pocisku, oraz z urządzenia pozwalającego obserwować na manometrze ciśnienie powietrza, powstające w badanem miejscu powierzchni pocisku.

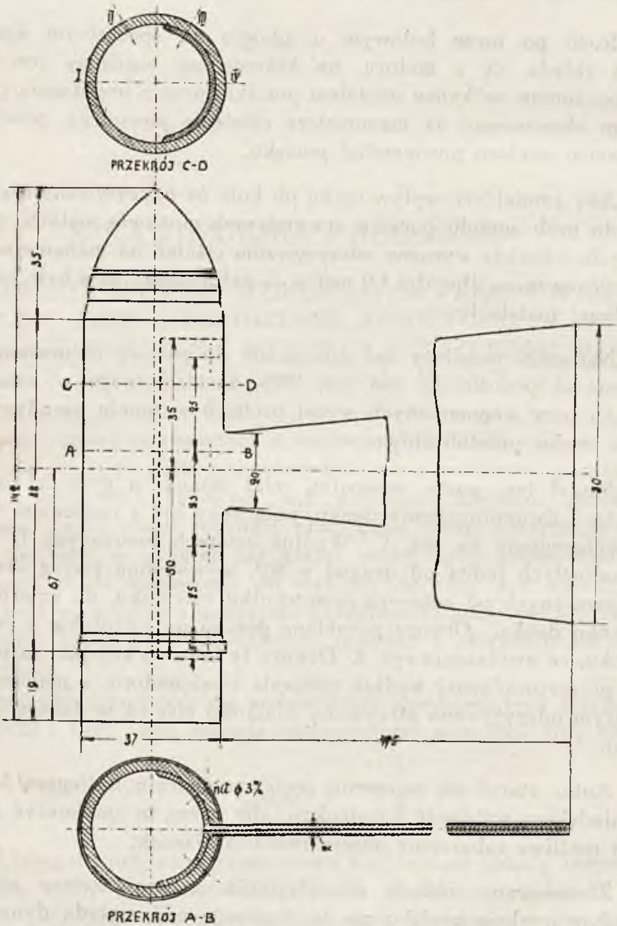
Aby zmniejszyć wpływ ruchu po kole na odczytywane rezultaty, użyto do prób modelu pocisku o wymiarach możliwie małych, zapewniających jednakże wyraźne odczytywanie ciśnień na manometrze; ramię zastosowano o długości 1,9 metra — najdłuższe, jakie było możliwe przy danej instalacji.

Najlepsze rezultaty dał zmiejszony do połowy naturalnej wielkości model pocisku 75 mm wz. 1906, zastosowanego w naturalnej wielkości przy wspomnianych wyżej próbach w tunelu aerodynamicznym w ruchu prostolinijnym.

Model ten, pusty wewnątrz, miał ścianki o grubości jednego milimetra i dwumilimetrowe denko; połączony był z ramieniem w sposób uwidoczniony na rys. 1. Wzdłuż czterech tworzących I, II, III i IV, odległych jedna od drugiej o 60^0, wywiercono szereg otworów, ponumerowanych od zera—na wierzchołku ostrołuku, do czternastu—we środku denka. Otwory porobiono gęściej na ostrołuku, a rzadziej ku denku, co uwidacznia rys. 2. Otwory te łączono kolejno, za pomocą rurki, przeprowadzonej wzdłuż ramienia i osi motoru, z manometrem, na którym odczytywano otrzymane wielkości ciśnień w danem miejscu modelu.

Autor starał się zapewnić częściom aparatu najlepszą formę i jak największą solidność konstrukcji, aby przez to zmniejszyć do minimum możliwe zaburzenia obserwowanych zjawisk.

Zastosowana metoda odczytywania na manometrze ciśnienia w każdym punkcie pocisku ma tę przewagę nad metodą dynamometryczną, że pozwala analizować zjawisko w dowolnem miejscu pocisku, w jego poszczególnych częściach, lub wreszcie, przez zsumowanie rezultatów pozwala otrzymać całkowity obraz oporów pocisku samego bez ramienia, co przy metodzie dynamicznej jest dość trudne do uskutecznienia.



Rys. 1.
Model pocisku.

Odcięte:

Rozwinięte tworzące

rzędne:

Ciśnienia P

———— $v = 150$ m/sek.

Skala ciśnień:

1 mm = 20 kg/m²

– – – – $v = 210$ m/sek.

Skala ciśnień:

1 mm = 20 kg/m²

———— $v = 35{,}4$ m/sek.

Skala ciśnień:

1 mm = 2 kg/m²

– – – – $v = 80$ m/sek.

Skala ciśnień:

1 mm = 5 kg/m²

Ostrołuk z moletem

$v = 210$ m/sek.

Skala ciśnień:

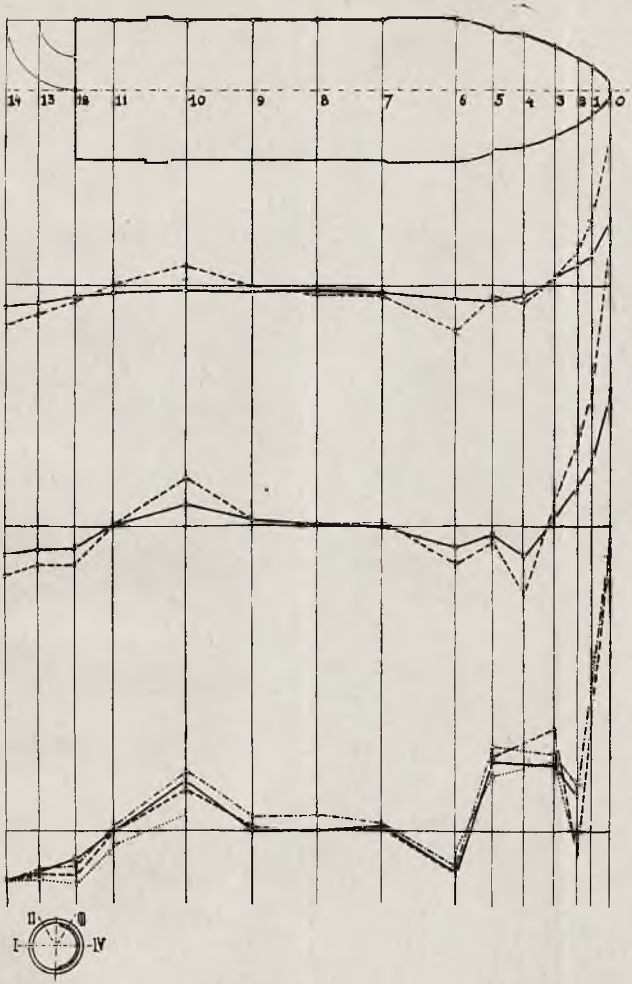
1 mm = 20 kg/m²

———— tworząca I

—·—·—·— „ II

– – – – „ III

· · · · · · „ IV



Rys. 2.

Wykresy ciśnień w różnych miejscach pocisku I przy różnych szybkościach.

Badano każdy punkt na powierzchni pocisku oddzielnie, łącząc go miedzianą rurką z manometrem. Rurka zaczynała się w otworze pocisku, szła przez wnętrze pocisku do ramienia, następnie wewnątrz ramienia do osi motoru, poczem, za pomocą przyrządu, zastosowanego przez inż. Pasqualini przy jego próbach z kulą i przez Crocco przy próbach ze śmigłem, została połączona z manometrem, umieszczonym w odległości, umożliwiającej spokojne obserwowanie ciśnień.

Na podstawie ciśnienia, odczytanego na manometrze, autor określał ciśnienie, panujące w obserwowanym punkcie na powierzchni pocisku, po uwzględnieniu warunków przebiegu powietrza przez rurkę.

Dla każdego badanego otworu uskuteczniono dziesięć odczytów na manometrze przy szybkościach rosnących od 60 m/sek. (szybkość na osi pocisku) do 225 m/sek. a następnie zmniejszających się do 60 m/sek.

Przy szybkościach małych używano do prób motoru elektrycznego o mocy 100 KM, przy dużych zaś szybkościach motoru Lorraine Dietrich o mocy 400 KM. Dla każdego badanego punktu sporządzono krzywe zmian ciśnienia w zależności od szybkości pocisku.

Pomijamy dla krótkości omawianie krzywych dla każdego badanego punktu, których przebieg jest, zresztą, analogiczny, a zadawalniamy się przytoczeniem rezultatów dla dwóch charakterystycznych miejsc na pocisku, a mianowicie wierzchołka ostrołuku i środka denka, czyli punktów 0 i 14. Rys. 3.

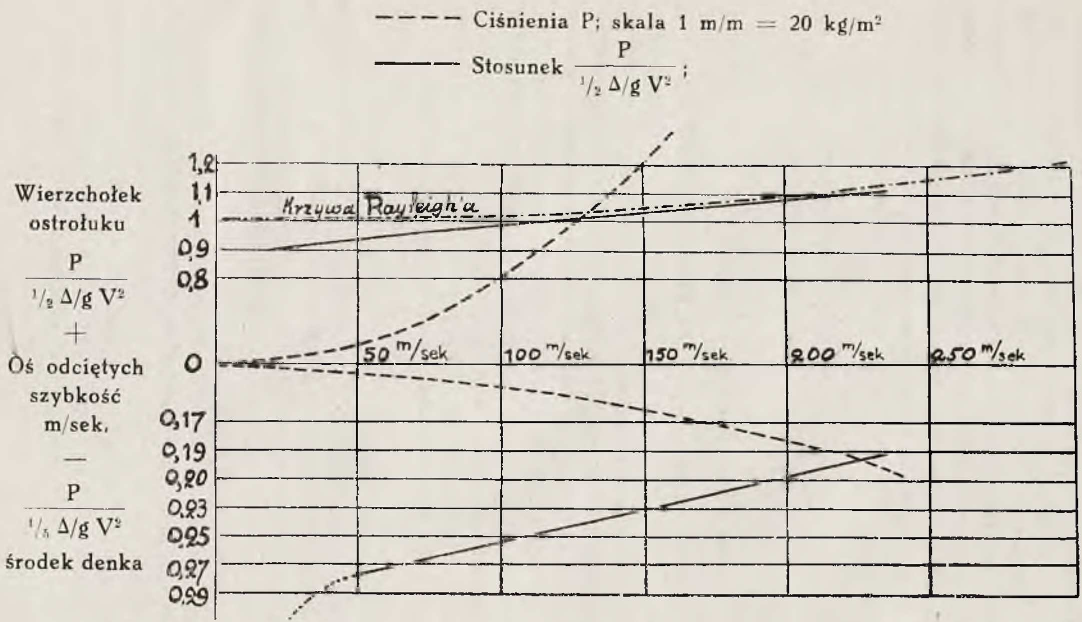
Dla tych dwóch punktów sporządzono oprócz krzywych zmiany ciśnień również, dla porównania, krzywe zmian współczynnika $\frac{P}{\frac{1}{2}\frac{\Delta}{g}v^2}$ w zależności od szybkości, gdzie:

P — ciśnienie dynamiczne,

Δ — ciężar właściwy powietrza,

v — szybkość.

Krzywe ciśnień otrzymano w ruchu kołowym, krzywe współczynników w ruchu prostolinijnym. Dla punktu 0 krzywą współczynników, otrzymaną eksperymentalnie porównano z tąż samą krzywą obliczoną według wzoru lorda Rayleigh'a dla płynów ścisłych; okazuje się, iż są one prawie identyczne, za wyjątkiem szybkości małych, przy których krzywa doświadczalna przebiegą cokolwiek poniżej krzywej teoretycznej. Zgodność odczytów dla punktów symetrycznych, w stosunku do płaszczyzny pionowej, przechodzącej przez oś pocisku i oś ramienia, niosącego model, była zupełnie dobra.



Rys. 3.

Ciśnienia P i stosunek $\frac{P}{\frac{1}{2}\,\Delta/g\,V^2}$ na wierzchołku ostrołuku i we środku denka w zależności od szybkości.

Jeżeliby zjawisko odśrodkowości nie przejawiało się zupełnie, lub w bardzo nieznacznym stopniu, to powinnibyśmy otrzymać te same odczyty dla wszystkich punktów, położonych na obwodzie danego przekroju pocisku (np. dla punktów 6—I, 6—II, 6—III i 6—IV).

Różnice, w rzeczywistości, nie były duże (patrz ostatni wykres rys. 2) więc autor nie rozpatrywał skomplikowanych zjawisk, pochodzących od wirów powietrznych, wywołanych ruchem odśrodkowym ramienia. pozostawiając zajmowanie się nimi i rozpatrywanie ich badaczom ruchu ciała sferycznego w powietrzu.

Autor rozpatruje w części I tylko nacisk powietrza na pocisk w kierunku osiowym i bierze średnie arytmetyczne z odczytów, otrzymanych na manometrze, dla punktów, należących do tworzących I, II, III i IV i leżących na obwodzie danego przekroju pocisku. W ten sposób otrzymano wykresy przedstawione na rys. 2, odpowiadające szybkościom 80, 150 i 210 m/sek. Dla porównania, w celach balistycznych, lub dla określenia stopnia dokładności metody ruchu po kole z metodą ruchu prostolinjowego w tunelu aerodynamicznym, umieścił autor analogiczny wykres ciśnień dla szybkości 35,4 m/sek.

We wszystkich tych wykresach jako rzędne są odłożone nadciśnienia albo próżnie w stosunku do ciśnienia otaczającego.

Z zestawienia rezultatów wynika dość wyraźna zgodność tak jakościowa, jak i ilościowa obu metod, co zdaje się przemawiać na korzyść używania do celów balistycznych, które nas szczególniej interesują, metody rotacyjnej.

Sumowanie ciśnień na ostrołuku i na denku.

Łatwo sprawdzić, że, jeżeli przez $p(r)$ nazwiemy ciśnienie na jakiś punkt pocisku, znajdujący się w odległości r od osi, to opór S_1. na ostrołuku otrzymany ze wzoru:

$$S_1 = 2\pi \int_0^R p(r)\, r\, dr;$$

i analogicznie znajdziemy opór S_2, pochodzący z depresji, istniejącej za denkiem, ze wzoru podobnego:

$$S_2 = 2\pi \int_0^R p(r)\, r\, dr;$$

stąd opór całkowity, pochodzący od naporów prostopadłych do powierzchni pocisku (pomijając tarcie) będzie się równał sumie S_1 i S_2

$$S = S_1 + S_2;$$

Przy zastosowaniu do rozwiązania powyższych wzorów teorji średnich, albo graficznego sposobu całkowania autor oblicza S_1, S_2 i S dla trzech wybranych szybkości 80, 150 i 210 m/sek., z których następnie otrzymuje spółczynniki:

$$(K_1) = \frac{S_1}{\frac{\delta i}{g} 1000\, a^2 v^2}; \quad (K_2) = \frac{S_2}{\frac{\delta i}{g} 1000\, a^2 v^2}; \quad (K) = \frac{S}{\frac{\delta i}{g} 1000\, a^2 v^2};$$

gdzie oznacza przez:

a — kaliber pocisku w metrach,

v — szybkość,

i — spółczynnik kształtu,

δ — gęstość balistyczną powietrza,

g — przyśpieszenie ziemskie.

Ponieważ przy obliczeniach aerodynamicznych przyjęto gęstość powietrza równą 0,125 (co odpowiada ciężarowi właściwemu $\Delta = 1{,}286$ kg/m³ a więc warunkom atmosferycznym: $t = 15^0$ C, $p = 760$ mm), przeto gęstość balistyczna będzie —

$$\delta = \frac{1{,}286}{1{,}306} = 1{,}068; \quad \text{skąd} \ \frac{\delta}{g} = 0{,}109;$$

Wyniki, otrzymane drogą doświadczalną, autor zestawił dla porównania z wynikami, otrzymanemi ze wzoru balistycznego: $S = m f = \frac{\delta i}{g} 1000 a^2 K v^2$; gdzie K wzięto z tablicy VI-a Siacciego.

Znalezione wartości są zebrane w następującej tablicy:

TABLICA I

Szybkość m/sek	napór na ostrołuk S_1 g.	napór na denko S_2 g.	napór całkowity S g.	spółcz. (K_1)	spółcz. (K_3)	spółcz. (K)	napór wg. wzoru balistycznego	spółcz. Siacci'ego $10^3 K$
35,4 [1]	22,6	67	89,6	0,0306	0,0910	0,1216	80	0.123
80	18	87	105	0,0197	0,0950	0,1147	110	0,121
150	72	262	334	0,0223	0,0815	0,1038	392	0,121
210	176	463	639	0,0280	0,0735	0,1015	780	0.123
210 (ostrołuk z moletem)	855	463	1318	0,1350	0,0734	0,2084	—	—

Z rezultatów zebranych w tablicy I-a wynika, że:

a) napór całkowity, obliczony ze wzoru balistycznego odpowiada w zupełności osiągniętemu doświadczalnie przy $v = 35,4$ m/sek, a jest cokolwiek wyższy od naporu doświadczalnego dla szybkości wyższych.

Różnica ta pochodzi prawdopodobnie stąd, że doświadczenia były przeprowadzone z pociskiem, który nie miał na ostrołuku moletu, używanego przy normalnych pociskach w celu ułatwienia wkręcania zapalnika.

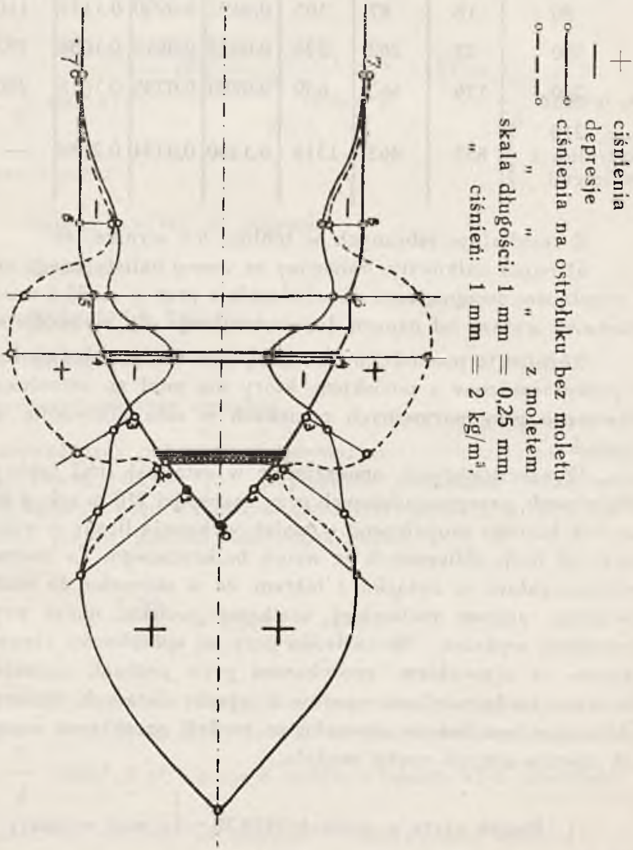
W rzeczywistości, umieszczone w ostatniej linji tablicy I-a rezultaty prób, przeprowadzonych przy szybkości 210 m/sek. z pociskiem, ostrołuk którego zaopatrzono w molet, wykazują liczby o wiele wyższe nawet od liczb obliczonych ze wzoru balistycznego. Ta anomalja jest, przypuszczalnie, w związku z faktem, że w stosunku do modelu, stanowiącego połowę naturalnej wielkości pocisku, molet przedstawia przeszkodę wydatną. Sprawdzono przy tej sposobności zjawisko, analogiczne ze zjawiskiem. spotykanem przy próbach materjałów dla lotnictwa, kiedy wielkość oporów ściągaczy (których nie można zredukować w tym samym stosunku co model) przekracza sumę wszystkich oporów innych części modelu.

---

[1]) Pocisk użyty w próbach 1919/20 roku miał wymiary dwa razy większe.

Autor, chcąc dokładniej wyjaśnić to zjawisko nieoczekiwane, może z punktu widzenia balistyki, podaje na rys. 4 w układzie biegunowym wykresy ciśnień na ostrołuku z moletem i bez moletu. Wykresy te wykazują wyraźny wpływ moletu na zaburzenia w polu aerodynamicznem, a więc i na rozłożenie ciśnień.

Analogiczne zjawisko, choć w odwrotnym sensie, wykazuje doświadczenie Wielbergera, w którem drut stalowy o grubości jednego milimetra, owinięty około kuli o średnicy 283 mm w płaszczyźnie,



Rys. 4.

Wykres ciśnień w układzie biegunowym na ostrołuku z moletem i bez moletu.

prostopadłej do kierunku wiatru, zmniejsza opór w stosunku 1 do ½.

Potwierdza to w sposób zupełnie wyraźny, że należy unikać wszelkich odskoków od regularności profilu ostrołuku.

Zastąpienie pierścienia moletowego przez dwa wgłębienia dla klucza, poprawia w dużym stopniu dane balistyczne pocisku.

b) Spółczynniki *(K)* wypadły równoznacznie z $10^3 K$ Siacci'ego przy małych szybkościach (35,4 m/sek.), a cokolwiek niższe przy większych szybkościach; przytem różnica rosła coraz wolniej, w miarę zwiększania się szybkości (naturalnie wyłączając próbę z wieńcem moletowym), podczas gdy, jak widać z tablicy VI-a Siacci'ego $10^3 K$ rośnie nieznacznie od 0,120 do 0,123 przy zwiększaniu się szybkości od 30 do 210 m/sek. Chcąc zachować *K* Siacci'ego zupełnie niezmienione, można byłoby przypisać wspomnianą różnicę spółczynnikowi kształtu *(i)* i przyjąć:

$$(i)(K) = i \; 10^3 K$$

skąd naprzykład dla:

$$v = 35{,}4 \text{ m/sek.} \qquad (i) = i = 0{,}96\,;$$

$$v = 210 \text{ m/sek.} \qquad (i) = \frac{0{,}123 \times 0{,}96}{0{,}1015} = 1{,}16\,;$$

Otrzymanoby jednakże w ten sposób spółczynniki *(i)* zmienne w zależności od szybkości, co byłoby przeciwne pojęciu *(i)*, jako spółczynnikowi zależnemu jedynie od formy pocisku. Wydaje się więc, iż prawidłowsze będzie założenie, że (o ile inne doświadczenia potwierdzą ten wniosek) opór nie jest ściśle zależny od kwadratu szybkości, aż do szybkości 240 m/sek., a więc, że *K* nie jest stałe, lecz ma dążenie do zmniejszania się nieznacznie w miarę rosnących szybkości.

c) Niezależnie od tego ewentualnego prawa o zmniejszaniu się *K* w zależności od rosnącej szybkości, większa korzyść omawianej metody wynika z możliwości oddzielnego badania rezultatów obserwacji oporów na ostrołuku i denku (co przy innych metodach jest niemożliwe) i z uwydatnienia przez to wartości względnych jednego i drugiego.

Rozpatrując sprawę z tego punktu widzenia, widzimy z tablicy, że: przy szybkości 35,4 m/sek. napór na denko wynosi 0,75 całkowitego naporu; przy szybkości 80 m/sek. — 0,82; przy 150 m/sek. — 0,785; a przy 210 m/sek. — 0,725 całkowitego naporu, co, średnio, w granicach badanych szybkości, wynosi ¾ naporu całkowitego.

Porównanie z doświadczeniami angielskiemi.

Metodą zupełnie różną od italskiej pp. Bairstow, Fowler i Hartree [2]) potrafili wykonać interesujące badania, dotyczące rozdziału ciśnień na ostrołuku niektórych pocisków.

Metodę swą autorzy nazwali „metodą manometrycznego zapalnika", a polega ona na twierdzeniu, że szybkość palenia się normalnego zapalnika czasowego jest funkcją ciśnienia; serja obserwacyj, poczynionych nad pociskami, wyrzuconemi po jednakowym torze w krótkich odstępach czasu jeden po drugim, pozwala ustalić zależność czasu palenia się od długości palącej się mieszaniny. Przez rozsegregowanie liczbowe z rezultatów obserwacji otrzymujemy zależność między szybkością palenia się i czasem, a następnie, przy pomocy porównania z rezultatami doświadczeń, przeprowadzonych w laboratorjum, między ciśnieniem zewnętrznem i czasem palenia się. Jeżeli znane są okoliczności, przy jakich odbywa się ruch pocisku, można określić zależność, istniejącą między ciśnieniem dynamicznem na ścianki zapalnika i czasem palenia się i w ten sposób — zależność, poszukiwaną między ciśnieniem dynamicznem, szybkością pocisku i panującemi warunkami atmosferycznemi Ciśnienie zewnętrzne nie jest jedynym czynnikiem, wpływającym na szybkość palenia się, wszelako staje się coraz więcej jasnem, w miarę zwiększania się ilości doświadczeń, że można posługiwać się zapalnikiem czasowym, jako manometrem, dla określania „przybliżonych" wartości liczbowych ciśnienia zewnętrznego, panującego wzdłuż toru pocisku.

Przy pomocy powyższej metody, zaopatrując ostrołuk w wieniec z otworów (sześć) umieszczonych w różnych odległościach od wierzchołka, w zależności od badanego przekroju, określili wspomniani autorowie ciśnienia i odpowiednie spółczynniki dla pocisku z ostrołukiem, uwidocznionym na rys. 5.

Porównanie rezultatów italskich i angielskich, otrzymanych dwiema tak różnemi metodami, osiągnięto przez opracowanie ich w następujący sposób:

---

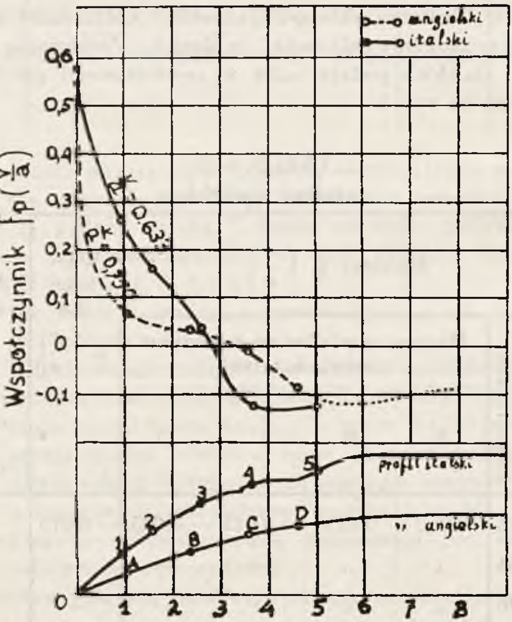
[2]) Artykuł w „Memorial d'Artillerie Française", zeszyt 4-ty z 1923 roku pod tytułem: „Distribution des pressions sur la tête d'un projectile se deplaçant à grande vitesse".

Wychodząc z równania:

$$p = \frac{\Delta}{g} v^2 f_p \left(\frac{v}{a} \right)$$

gdzie p jest ciśnienie dynamiczne, w jakimkolwiek punkcie ciała badanego, a $f_p \left(\frac{v}{a} \right)$ jest spółczynnikiem liczbowym, zależnym najprawdopodobniej głównie od stosunku $\left(\frac{v}{a} \right)$, czyli szybkości v ciała do szybkości a rozchodzenia się dźwięku w powietrzu (stosunek, nazwany liczbą lorda Rayleigh'a) możliwem jest, na podstawie pomiarów ciśnienia w różnych punktach ostrołuku, określić wartości f_p, odpowiadające tym punktom.

Sumując ciśnienia, otrzymali wspomniani autorzy całkowity napór na ostrołuk, czyli S_1;



Rys. 5. Wykres spółczynników $f_p \left(\frac{v}{a} \right)$ dla ostrołuków o profilu italskim i angielskim.

Przyjmując równanie:

$$S_1 = \frac{\Delta}{g} A\, v^2\, f_p \left(\frac{v}{a} \right)$$

gdzie A jest powierzchnia największego przekroju pocisku, można wyliczyć „średni" spółczynnik $f_p \left(\frac{v}{a} \right)$ w odniesieniu do całkowitego naporu na ostrołuk.

Przy pomocy angielskiej metody nie można było osiągnąć określenia poszczególnych ciśnień na denku, więc ani S_2, ani względnego spółczynnika $\bar{f_b} \left(\frac{v}{a} \right)$ wyliczanego ze wzoru:

$$S_2 = \frac{\Delta}{g} A\, v^2\, \bar{f_b} \left(\frac{v}{a} \right);$$

Angielscy autorzy obliczyli jednakże „spółczynnik krańcowy" f_b, przyjmując „próżnię całkowitą" na denku. Porównanie rezultatów angielskich i italskich podaje autor w zamieszczonej poniżej tablicy II jak również na rys. 5.

TABLICA II
rezultaty angielskie.

$\frac{v}{a}$	Wartości $f_p \left(\frac{v}{a} \right)$					Wartości dla $\bar{f_p} \left(\frac{v}{a} \right)$	Wartości dla $\bar{f_b} \left(\frac{v}{a} \right)$ przy założeniu próżni całkowitej na denku
	Wierzchołek ostrołuku (teoretyczne)	Miejsce otworów na ostrołuku (doświadczalne) A	B	C	D		
0,75	0,174	0,060	0,025	— 0,015	— 0,045	— 0,015	1,26
0,70	0.564	„	„	—	—	—	—
0,60	0,546	„	„	—	—	—	—
0,04 (tunel)	0.500	0,086	0,021	— 0,039	— 0,061	— 0.010	1,26

Rezultaty doświadczeń italskich.

$\frac{v}{a}$	Wartości $f_p\left(\frac{v}{a}\right)$						wartości $\overline{f_p}\left(\frac{v}{a}\right)$ (dane doświadczalne)	wartości $\overline{f_b}\left(\frac{v}{a}\right)$ (dane doświadczalne)	wartości $\overline{f_p}+\overline{f_b}$ (doświadczalne)
	Wierzchołek ostrołuku (dane doświadczalne)	Miejsce otworów na ostrołuku							
		1.	2.	3.	4.	5.			
0,633	0,545	0,257	0.160	0,0435	— 0,127	—0,0272	0,0295	0,0778	0,1073
0,455	0,512	0,244	0,149	0,0250	— 0,107	—0 0250	0,0237	0,0861	0,1098
0,241	0,488	0,213	0,113	0,0250	— 0,075	—0,0313	0,0208	0,1000	0,1208
0,106 (tunel)	0,435	0,185	0,134	0,0415	— 0.076	—0,108	0,0336	0,0996	0,1332

Powyższe wyniki, autor objaśnia następującemi uwagami:

a) dla prawidłowej oceny zestawienia rezultatów, zebranych w tablicy II, podano na rys. 5. formę ostrołuku pocisku angielskiego i italskiego oraz rozmieszczenie na nich otworów doświadczalnych, A, B, C i D oraz 1, 2, 3, 4 i 5.

b) jak widać z tablicy, a jeszcze lepiej z rys. 5. zgodność rezultatów jest zadawalniająca, a więc:

1) jednakowe ciśnienia na wierzchołku ostrołuku znaleziono doświadczalnie przez Włochów (0,545) oraz obliczono za pomocą wzoru lorda Rayleigh'a przez Anglików (0,546);
2) szybki spadek ciśnienia zaraz za wierzchołkiem ostrołuku;
3) osiągnięcie u obu krzywych wartości ujemnych w okolicach połowy części ostrołukowej pocisku (zjawisko, które początkowo wywoływało pewne zastrzeżenia, lecz które następnie całkiem się potwierdziło).

Różnice polegają przedewszystkiem na fakcie, że średni spółczynnik f_p całkowitego naporu na ostrołuk u Anglików wypadł ujemny, podczas kiedy u Włochów wypadł mały wprawdzie, ale dodatni; autor przypuszcza, że można to przypisać różnicy w formie ostrołu-

ków, która, będąc u Włochów mniej ostra i zaopatrzona w załamania, wywoływała, oczywiście, większy opor powietrza.

Porównanie z doświadczeniami francuskiemi.

Autor uważa za pożyteczne porównać rezultaty swoich doświadczeń z rezultatami doświadczeń profesora Marchis; doświadczenia te, przeprowadzane głównie w celach aerodynamicznych, mają znaczenie i dla balistyki, a to tak ze względu na formę ciał badanych, jak i na sposób opracowania danych, otrzymanych w czasie doświadczeń, do których zostały zastosowane liczby Reynolds'a i lorda Rayleigh'a. Wiadomo, że zastosowanie liczby Reynolds'a ma znaczenie zasadnicze przy małych szybkościach, przy których przeważa zjawisko t. zw. lepkości powietrza; przy szybkościach balistycznych zaś, przy których zjawisko lepkości się zmiejsza, a rośnie natomiast zjawisko ściśl'wości powietrza, znaczenie to zanika.

Autor nie miał trudności w opracowaniu wyników swoich doświadczeń w zależności od liczby Reynolds'a i w ten sposób umożliwił porównanie ich z wynikami prac francuskich w tej dziedzinie.

Liczba Reynolds'a, jak wiadomo, ma wyraz:

$$R = \frac{vd}{r};$$

gdzie: v — szybkość; d — wymiary poprzeczne ciała zanurzonego, r — „lepkość kinematyczna" powietrza, która, wyrażona w centymetrach, ma wartość 0,158;

W doświadczeniach Marchis'a występuje spółczynnik C, otrzymany ze wzoru:

$$S = C \frac{\Delta}{2g} A v^2;$$

skąd łatwo można wyliczyć $C = 2f$.

Dla prób z włoskim pociskiem, autor ułożył następującą tablicę:

TABLICA III

v m/sek.	$\frac{v}{a}$	R	C
35.4	0,106	$1{,}66.10^5$	0,266
80	0,241	$1.87.10^5$	0,242
150	0,455	$3{,}51.10^5$	0,220
210	0,633	$4{,}91.10^5$	0,215

Na rys. 6. jako odcięte odłożono liczby Reynolds'a, a jako rzędne — wartości C dla trzech ciał, z któremi eksperymentował Marchis, a mianowicie dla kuli, dla dwóch elipsoidów, o formie, wskazanej na rysunku, oraz dla pocisku italskiego, którego krzywa, jak widać z rysunku, mieści się zupełnie zadawalniająco między trzema pozostałemi.

Przy wyższych wartościach dla liczby Reynolds'a opór właściwy pocisku wydaje się być cokolwiek wyższy niż opór kuli, jak również i elipsoidu wydłużonego, co może być przypuszczalną konsekwencją tylnego ścięcia pocisku, czyli denka.

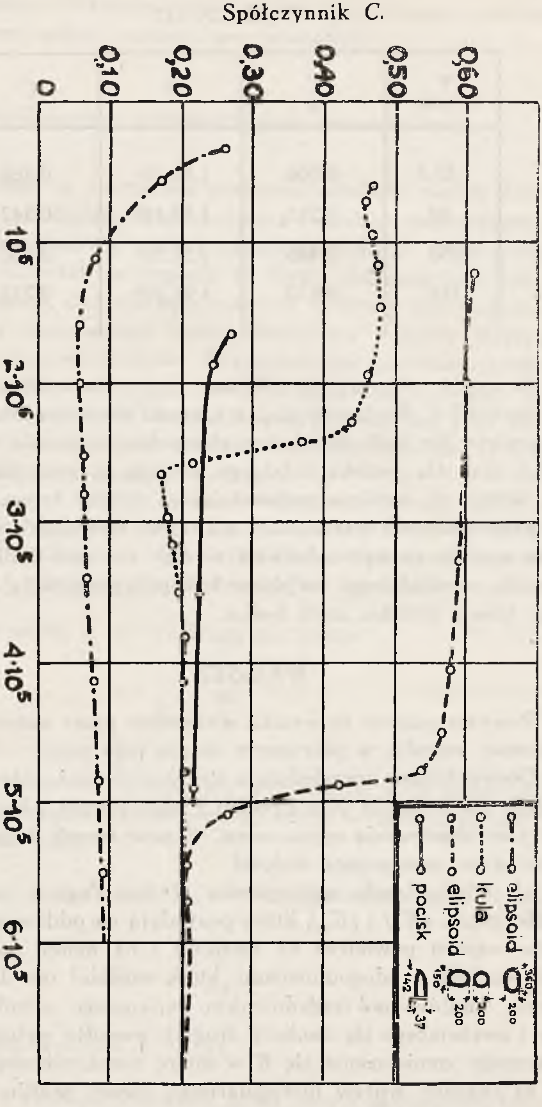
WNIOSKI.

Powyżej podane są wyniki, otrzymane przez autora przy pomocy opisanej metody, w pierwszym etapie jego prac.

Doświadczenia uwzględniają strefy szybkości, które mają pewne znaczenie dla balistyki (dla strzelań z moździerzy) i które dotychczas nie były systematycznie opracowane. Z powyższych doświadczeń można wyciągnąć następujące wnioski:

a) potwierdzenie spółczynnika K Siacci'ego i rozdzielenie go na spółczynniki (K_1) i (K_2), które pozwalają na oddzielne traktowanie skutków naporu powietrza na ostrołuk i na denko, ze wszystkiemi konsekwencjami i udogodnieniami, które rozdział ten daje przy prowadzeniu studjów nad zagadnieniem najlepszego ostrołuku z jednej strony i zwężającego się denka z drugiej; ponadto wyłoniło się prawo nieznacznego zmniejszenia się K w miarę rosnących szybkości;

b) znaczny wpływ nieregularności formy profilu ostrołuku na opór i mogące stąd wypłynąć konsekwencje praktyczne;



Rys. 6.
Liczby Reynolds'a
Wykresy spółczynników C dla różnych ciał.

c) zgodność wyników doświadczeń laboratoryjnych z wynikami balistycznych doświadczeń angielskich, opracowanych jako funkcja liczby lorda Rayleigh'a;

d) zgodność tychże wyników z wynikami francuskiemi, opracowanemi jako funkcja liczby Reynolds'a.

Autor przypuszcza, że wnioski a) i b) mogą wnieść chociaż drobny dorobek w rozwiązanie zagadnień balistycznych i artyleryjskich, jak również w poszukiwania doświadczalne, zanim nastąpi ich maksymalny rozkwit.

Wnioski c) i d) (głównie c) uwypuklają jakby potwierdzenie się wzajemne metod, stosowanych przez Anglików i przez autora, metod, które, każda oddzielnie, mogły nasuwać wiele objekcyj.

W szczególności autor uważa, iż ma dostateczne dowody, aby twierdzić, że metoda „manężowania" (ruch po kole) może dać rezultaty wystarczająco dokładne i to zachęca go do dalszego jej stosowania w następujących doświadczeniach, które będą miały na celu rozszerzenie w różnych kierunkach już otrzymanych wyników.

S. M

OMYŁKI w DRUKU w „WIAD. TECHN. UZBR."

Lipiec 1933 r.

Strona	Wiersz		Jest	Ma być
30	2	zgóry	określone	określanie
56	5	„	P = 300 o	P = 3000
61	6	„	w tablicy IV	w tablicy II
65	1	„	kielicha	skorupy

Październik 1933 r.

Strona	Wiersz		Jest	Ma być
33	2	zgóry	bojowych	bojowych w polu i
55	3	„	chociażby	chociaż
56	2	„	zasady	zasad
130	11	od dołu	brzechny	brzechwy
130	3	„ „	ciżar	ciężar
131	1, 3, 5, 7	„ „	m/s	st/s.
132	6 i 8	„ „	m/s	st/s
134	11	zgóry		W. V. (pod recenzją)

Adres Redakcji: Warszawa, Ludna 13, Inst. Bad. Mat. Uzbr. tel. 9-22-03.

Adres Administracji: Warszawa, Marszałkowska 26 Dep. Art. M. S. Wojsk. tel, wewn. 55.

Warunki prenumeraty „Przeglądu Artyleryjskiego" wraz z dodatkiem „Wiadomości Techniczne Uzbrojenia": rocznie 24 zł., Nr. pojedyńczy 2 zł. — Konto P.K.O. Nr. 5454.